

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL
EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN”

DOCUMENTO 1: MEMORIA

Alumno: Aritz Azparren Díaz

Tutor: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 17 de Febrero de 2012



1. MEMORIA



ÍNDICE

1.1 INTRODUCCIÓN	4
1.1.1 Objeto del proyecto	4
1.1.2 Situación	4
1.1.3 Distribución de la superficie de la nave	4
1.1.4 Suministro de energía	5
1.1.5 Normativa	5
1.2 ILUMINACIÓN	7
1.2.1 Conceptos generales	7
1.2.2 Conceptos luminotécnicos	7
1.2.3 Sistemas de iluminación	9
1.2.4 Métodos de iluminación	10
1.2.5 Lámparas	11
1.2.6 Aparatos de Alumbrado	20
1.2.7 Clasificación de luminarias	23
1.2.8 Niveles de iluminación recomendados	24
1.2.9 Cálculo del alumbrado interior	26
1.2.10 Solución adoptada	27
1.2.11 Alumbrado de emergencia	29
1.2.12 Lámparas para el alumbrado de emergencia	31
1.2.13 Solución adoptada	32
1.3 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN	34
1.3.1 Introducción	34
1.3.2 Esquema TT	35
1.3.3 Esquema IT	36
1.3.4 Esquema TN (TN-C y TN-S)	37
1.3.5 Esquema de distribución escogido	39
1.4 PREVISIÓN DE CARGA	40
1.5 TIPOS DE RECEPTORES	42
1.5.1 Introducción	42
1.5.2 Motores	42
1.5.3 Receptores de alumbrado	42
1.5.4 Tomas de corriente	43
1.5.5 Interruptores	43
1.6 DESCRIPCIÓN Y DISTRIBUCIÓN INTERNA DE LA INSTALACIÓN	44
1.6.1 Introducción	44
1.6.2 Acometida	44
1.6.3 Derivación individual	44
1.6.4 Conductores y cables eléctricos	44
1.6.5 Sistemas de canalización	48
1.6.6 Proceso para el cálculo de secciones	51
1.6.7 Cuadros eléctricos y conducciones de las líneas	52
1.6.8 Soluciones adoptadas	55



1.7 PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN	62
1.7.1 Introducción	62
1.7.2 Dispositivos de protección eléctrica.....	62
1.7.3 Protección de la instalación.....	63
1.7.3.1 Protección contra sobrecargas.....	63
1.7.3.2 Protección contra cortocircuitos.....	64
1.7.3.3 Cálculo de las intensidades de cortocircuito	66
1.7.4 Protección de las personas	71
1.7.4.1 Protección contra contactos directos	72
1.7.4.2 Protección contra contactos indirectos.....	73
1.7.5 Solución adoptada	74
1.8 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	80
1.8.1 Introducción	80
1.8.2 Componentes de puesta a tierra.....	80
1.8.3 Elementos a conectar a tierra	81
1.8.4 Solución adoptada	82
1.9 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	83
1.9.1 Objeto del proyecto	83
1.9.2 Reglamentación y disposiciones oficiales.....	83
1.9.3 Emplazamiento.....	83
1.9.4 Características generales del Centro de Transformación	83
1.9.5 Necesidades y potencia instalada	83
1.9.6 Obra civil.....	84
1.9.7 Instalación eléctrica.....	87
1.9.7.1 Características de la red de alimentación	87
1.9.7.2 Características de la aparamenta en alta tensión	87
1.9.7.3 Características del material vario de alta tensión.....	91
1.9.7.4 Características de la aparamenta en baja tensión	91
1.9.7.5 Medida de la energía eléctrica.....	91
1.9.8 Puesta a tierra	91
1.9.9 Instalaciones secundarias	92
1.10 COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA	95
1.10.1 Introducción	95
1.10.2 Formas de compensar.....	95
1.10.3 Tipos de compensación	96
1.10.4 Solución adoptada	97
1.11 RESUMEN DEL PRESUPUESTO	98
1.12 BIBLIOGRAFÍA	99



1.1 INTRODUCCIÓN

1.1.1 Objeto del proyecto

El objeto del proyecto es el de definir las características técnicas y condiciones en las que ha de realizarse la Instalación Eléctrica en Baja Tensión así como el Centro de Transformación de una nave industrial situada en el polígono industrial Areta, en el término municipal de Huarte, cuya función será la de taller de mecanizado de piezas metálicas.

1.1.2 Situación

La nave objeto de proyecto está situada en las parcelas 1312 y 1313 del Polígono Industrial Areta, en el término municipal de Huarte, en la provincia de Navarra. Linda al norte con la carretera 2 de dicho polígono, al este con otra nave, al oeste con una parcela vacía y al sur con terrenos de cultivo. El acceso a la nave se realiza por la carretera mencionada anteriormente.

1.1.3 Distribución de la superficie de la nave

Se trata de una nave con una altura de 10,10 m hasta cubierta central. Dispone de planta baja, planta primera y planta segunda ocupando un espacio total en planta de 680 m².

La distribución de la nave en metros útiles es la siguiente:

<u>Planta Baja</u>	<u>Superficie (m²)</u>		
Taller de piezas metálicas	525,67		
Oficina	30,17		
Vestuario	13,39		
Aseo	2,62		
Sala de descanso	14,05		
Pasillo	15,15		
Limpieza y Mantenimiento	30,15		
Vestíbulo	12,45		
Escaleras	9,52		
<table border="1"> <tr> <td>Total</td> <td>653,17</td> </tr> </table>		Total	653,17
Total	653,17		

<u>Planta Primera</u>	<u>Superficie (m²)</u>		
Oficina	60,68		
Escaleras	9,52		
<table border="1"> <tr> <td>Total</td> <td>70,2</td> </tr> </table>		Total	70,2
Total	70,2		

**Planta Segunda****Superficie (m²)**

Oficina	86,91
Limpieza	6,80
Aseos Mujeres	4,94
Aseos Hombres	4,94
Pasillo	5,15
Escaleras	9,52

Total	118,26
-------	--------

La superficie útil total es de 841,63 m²

1.1.4 Suministro de energía

El suministro eléctrico se realiza en media tensión a 13,2 kV por parte de la compañía suministradora IBERDROLA S.A. Es de tipo trifásico y a una frecuencia de 50 HZ.

La compañía se compromete mediante acuerdo previo a facilitar e instalar una línea subterránea hasta el centro de transformación.

1.1.5 Normativa

La realización del proyecto y la ejecución de las instalaciones se efectuaran de acuerdo con la normativa vigente, la cual se detalla a continuación:

- Reglamento electrotécnico para Baja Tensión, que fue aprobado por el consejo de Ministros, reflejado en el Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002 y publicado en el BOE N°.224 de fecha 18 de septiembre de 2002.
- Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre.
- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias. Ministerio de Industria y Energía. Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre.
- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía eléctrica. Real Decreto de 12 de Marzo de 1954.
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía. Decreto 3151/1968 de 28 de Noviembre.
- Reglamento sobre Acometidas Eléctricas. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía. Real Decreto 2949/1982 de 15 de Octubre.
- Normas Tecnológicas de la Edificación, Instalaciones: IEB: Baja tensión; IEI: Alumbrado interior; IEP: Puesta a tierra.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Anexo IV: Reglamento de iluminación en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre. Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.



- NBE-CPI/96: condiciones de Protección contra Incendios en los Edificios, aprobada por el Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre, y publicada en el BOE el día 29 de octubre de 1996.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de “Iberdrola distribución eléctrica S.A.”
- Ley de prevención de riesgos laborales. Real Decreto 31/1995, de 8 de noviembre.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de riesgos laborales. Real Decreto 1267/1997 sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.



1.2 ILUMINACIÓN

1.2.1 Conceptos generales

La iluminación es uno de los requerimientos ambientales más importantes de los interiores. Para que la actividad laboral pueda realizarse de forma eficaz es necesario un adecuado ambiente visual para poder realizar cualquier tarea de forma segura y confortable. Un ambiente es adecuado si asegura el confort visual y si cumple con los requerimientos para las tareas visuales según la función del local.

1.2.2 Conceptos luminotécnicos

Podemos definir pues la luz como "una radiación electromagnética capaz de ser detectada por el ojo humano normal".

Habrà que conocer una serie de magnitudes para poder realizar el estudio luminotécnico que son las siguientes:

- **Flujo Radiante:** es la potencia emitida, transportada o recibida en forma de radiación. Su unidad es el watio [W].
- **Flujo Luminoso (Φ):** magnitud que deriva del flujo radiante al evaluar su acción sobre el observador. El flujo luminoso es la energía luminosa emitida por unidad de tiempo. Su unidad es el lúmen [lm]. Un lúmen es el flujo luminoso emitido por un foco puntual de una candela de intensidad sobre una porción esférica de 1 m^2 a la distancia de un metro.
- **Energía Radiante:** es la energía emitida, transportada o recibida en forma de radiación. Su unidad es el julio [J].
- **Cantidad de Luz:** es el flujo luminoso recibido durante un tiempo determinado. Su unidad es lúmenes partido tiempo; [lm/s], [lm/h]
- **Intensidad Luminosa (I):** es el flujo luminoso emitido en una dirección dada por unidad de ángulo sólido. Su unidad es la candela [cd].
- **Iluminancia (E):** es la densidad del flujo luminoso recibido por unidad de superficie. Su unidad es el lux [lux]. Un lux es la iluminancia producida por un flujo luminoso de 1lm que se distribuye uniformemente sobre una superficie de un m^2 .
- **Iluminancia Media (E_m):** corresponde al promedio de valores de iluminancia medidos o calculados sobre un área determinada.



- **Luminancia:** es la relación entre la intensidad luminosa reflejada por cualquier superficie en una dirección determinada y el área proyectada, vista desde esa dirección. Su unidad es $[\text{cd}/\text{m}^2]$.
- **Luminancia Media:** es la luminancia promedio, expresada en $[\text{cd}/\text{m}^2]$, medido en una zona comprendida entre 60 y 100m frente a la posición del observador.
- **Rendimiento Luminoso o Eficiencia Luminosa (η):** se define como el cociente entre el flujo luminoso emitido por una fuente de luz y la potencia eléctrica que consume dicha fuente. Se expresa en lúmenes por watio; $[\text{lm}/\text{w}]$. Con el rendimiento se puede evaluar el ahorro energético que puede dar una lámpara respecto a otra. Desde el punto de vista del aprovechamiento energético, una lámpara será tanto más eficiente cuanto mayor sea su eficiencia luminosa. Algunos valores indicativos:

- Incandescente estandar: (6 – 20) lm/W .
- Incandescente con halógenos: (18 – 22) lm/W .
- Con halógenos metálicos: (65 - 85) lm/W .
- Fluorescente: (40-100) lm/W .
- De vapor de mercurio: (30 – 105) lm/W .
- De sodio a alta presión: (80 – 130) lm/W .
- De sodio a baja presión: (160 - 180) lm/W .

- **Temperatura de Color:** la temperatura de color de una fuente de luz se define comparando su color dentro del espectro luminoso con el de la luz que emitiría un cuerpo negro calentado a una temperatura determinada. Por este motivo, esta temperatura de color generalmente se expresa en kelvin, a pesar de no reflejar expresamente una medida de temperatura.

Existe una relación entre la temperatura de color y el nivel de iluminación de una determinada instalación de forma que para tener una sensación visual confortable, a bajas iluminaciones le deben corresponder lámparas con una baja temperatura de color y a altas iluminaciones, lámparas con una temperatura de color elevada.

APARIENCIA DE COLOR	TEMPERATURA DE COLOR
CALIDA	< 3.300 °K
INTERMEDIA	3.300 ÷ 5.000 °K
FRIA (LUZ DIA)	> 5.000 °K

- **Reproducción Cromática:** es la capacidad de una fuente de luz para reproducir los colores. Se mide con el concepto de índice de reproducción cromática R_a (índice de rendimiento de color), que es el grado de ajuste entre el aspecto coloreado de los objetos iluminados por la fuente considerada y el de los mismos objetos iluminados por una fuente de referencia. Se expresa por un número comprendido entre 0 y 100.



Una fuente de luz con $R_a=100$ muestra todos los colores correctamente. Cuanto menor es el índice, peor es la reproducción cromática.

Para estimar la calidad de reproducción cromática de una fuente de luz, se establece la siguiente escala de valores:

- $R_a < 50$: rendimiento bajo.
 - $50 < R_a < 80$: rendimiento moderado.
 - $80 < R_a < 90$: rendimiento bueno.
 - $90 < R_a < 100$: rendimiento excelente.
- **Índice de Deslumbramiento:** es una alteración del proceso de visión provocada por un estímulo excesivo y se manifiesta por disminución de agudeza visual, aumento del contraste mínimo perceptible y del tiempo de percepción, acomodación y reacción. Si la fuente de luz es primaria (lámparas, luminarias, ventanas, etc.) se denomina directo, y reflejado cuando se produce por la reflexión en superficies de gran reflectancia.

1.2.3 Sistemas de iluminación

Cuando una lámpara se enciende, el flujo emitido puede llegar a los objetos de la sala directamente o indirectamente por reflexión en paredes y techo. La cantidad de luz que llega directa o indirectamente determina los diferentes sistemas de iluminación con sus ventajas e inconvenientes.

- **Iluminación Directa:** se produce cuando todo el flujo de las lámparas va dirigido hacia el suelo. Es el sistema más económico de iluminación y el que ofrece mayor rendimiento luminoso. Por contra, el riesgo de deslumbramiento directo es muy alto y produce sombras duras poco agradables para la vista. Se consigue utilizando luminarias directas.
- **Iluminación Semidirecta:** la mayor parte del flujo luminoso se dirige hacia el suelo y el resto es reflejada en techo y paredes. En este caso, las sombras son más suaves y el deslumbramiento menor que el anterior. Sólo es recomendable para techos que no sean muy altos y sin claraboyas puesto que la luz dirigida hacia el techo se perdería por ellas.
- **Iluminación Difusa:** el flujo se reparte al cincuenta por ciento entre procedencia directa e indirecta. El riesgo de deslumbramiento es bajo y no hay sombras, lo que le da un aspecto monótono a la sala y sin relieve a los objetos iluminados. Para evitar pérdidas por absorción de la luz en el techo y paredes, es recomendable pintarlas con colores claros o mejor blancos.
- **Iluminación Semiindirecta:** se da cuando la mayor parte del flujo proviene del



techo y paredes. Debido a esto, las pérdidas de flujo por absorción son elevadas y los consumos de potencia eléctrica también, lo que hace imprescindible pintar con tonos claros y blancos. Por el contrario, la luz es de buena calidad, produce muy pocos deslumbramientos y con sombras suaves que dan relieve a los objetos.

- **Iluminación indirecta:** cuando casi toda la luz va al techo. Es la más parecida a la luz natural pero es una solución muy cara puesto que las pérdidas por absorción son muy elevadas. Por ello es imprescindible usar pinturas de colores blancos con reflectancias elevadas.

1.2.4 Métodos de iluminación

Los métodos de alumbrado nos indican cómo se reparte la luz en las zonas iluminadas. Según el grado de uniformidad deseado, distinguiremos tres casos:

- **Alumbrado General:** proporciona una iluminación uniforme sobre toda el área iluminada. Es un método de iluminación muy extendido y se usa habitualmente en oficinas, centros de enseñanza, fábricas, comercios, etc. Se consigue distribuyendo las luminarias de forma regular por todo el techo del local.
- **Alumbrado General Localizado:** proporciona una distribución no uniforme de la luz de manera que esta se concentra sobre las áreas de trabajo. El resto del local, formado principalmente por las zonas de paso se ilumina con una luz más tenue. Se consiguen así importantes ahorros energéticos puesto que la luz se concentra allá donde hace falta. Claro que esto presenta algunos inconvenientes respecto al alumbrado general. En primer lugar, si la diferencia de luminancias entre las zonas de trabajo y las de paso es muy grande se puede producir deslumbramiento molesto. El otro inconveniente es qué pasa si se cambian de sitio con frecuencia los puestos de trabajo; es evidente que si no podemos mover las luminarias tendremos un serio problema. Podemos conseguir este alumbrado concentrando las luminarias sobre las zonas de trabajo.
- **Alumbrado Localizado:** cuando necesitamos una iluminación suplementaria cerca de la tarea visual para realizar un trabajo concreto. El ejemplo típico serían las lámparas de escritorio. Recurriremos a este método siempre que el nivel de iluminación requerido sea superior a 1000 lux., haya obstáculos que tapen la luz proveniente del alumbrado general, cuando no sea necesaria permanentemente o para personas con problemas visuales. Un aspecto que hay que cuidar cuando se emplean este método es que la relación entre las luminancias de la tarea visual y el fondo no sea muy elevada pues en caso contrario se podría producir deslumbramiento molesto.

1.2.5 Lámparas

Las lámparas empleadas serán aquellas cuyas características mejor se adapten a las necesidades y características de cada instalación.

Estos son los principales tipos de lámparas que existen y el ámbito donde se utilizan:

Ámbito de uso	Tipos de lámparas más utilizados
Domestico	<ul style="list-style-type: none"> - Incandescente. - Fluorescente. - Halógenas de baja potencia. - Fluorescentes compactas.
Oficinas	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado general: fluorescentes. - Alumbrado localizado: incandescentes y halógenas de baja tensión.
Comercial (Depende de las dimensiones y características del comercio)	<ul style="list-style-type: none"> - Incandescentes. - Halógenas. - Fluorescentes. - Grandes superficies con techos altos: mercurio a alta presión y halogenuros metálicos.
Industrial	<ul style="list-style-type: none"> - Todos los tipos. - Luminarias situadas a baja altura (≤ 6 m): fluorescentes. - Luminarias situadas a gran altura (> 6 m): lámparas de descarga a alta presión montadas en proyectores, - Alumbrado localizado: incandescentes.
Deportivo	<ul style="list-style-type: none"> - Luminarias situadas a baja altura: fluorescentes. - Luminarias situadas a gran altura: lámparas de vapor de mercurio a alta presión, de vapor de sodio a alta presión y halogenuros metálicos.

A continuación se describirán las características de cada tipo de lámpara:

- **Incandescentes:** la luz se genera por incandescencia al hacer pasar una corriente eléctrica a través de un filamento que alcanza elevadas temperaturas. Sus principales características son:
 - Factor de Potencia unidad.
 - Rendimiento luminoso bajo (6-20 lm/W).
 - Rendimiento de color excelente (100).
 - Instalación sencilla y económica, no se requieren equipos auxiliares.
 - Encendido y reencendido instantáneos.



- Ausencia de efecto estroboscópico. Aportación de calor considerable; este aspecto debe tenerse en cuenta en instalaciones que requieren gran número de puntos de luz.
- La temperatura de color es de 2700 K.
- Duración media de 1000 horas.

Constan de las siguientes partes:

- **Filamento:** Se realizan generalmente de wolframio. Su duración está condicionada por el fenómeno de la evaporización. A medida que se calienta, emite partículas que van estrechándolo produciéndose finalmente la rotura. Con objeto de frenar la volatilización, se rellena la ampolla con un gas inerte a determinada presión, generalmente mezcla de argón (90%) y nitrógeno (10%). El empleo del gas tiene como inconveniente una mayor pérdida de calor en vacío, por lo que para reducir estas pérdidas se usan filamentos en espiral que presenta el máximo de superficie de irradiación con el mínimo de superficie.
- **Ampolla:** Tiene por objeto aislar el filamento del medio ambiente y permitir la evacuación del calor emitido por aquel. En general, son de vidrio blando soplado.
- **Casquillo:** Su misión es conectar la lámpara a la red de alimentación. Existen distintos tipos de casquillo como por ejemplo: casquillo rosca Edison, casquillo bayoneta...

Una variación son las **lámparas halógenas**. Son lámparas incandescentes a las que se añade al gas de la ampolla una cantidad de halógenos (yodo o bromo generalmente) con objeto de crear una reacción química, un ciclo de regeneración del wolframio; así, se evita el problema que presentan las incandescentes convencionales, que pierden parte de su flujo luminoso con el paso del tiempo, como se ha comentado anteriormente.

Las ventajas principales de este tipo de lámparas frente a las incandescentes estándar son:

- Tienen una vida media útil que varía de entre 2000 y 4000 horas.
- Mejor eficacia luminosa.
- Factor de conservación más elevado en torno al 95% debido a la acción limpiadora que el yodo lleva a cabo en la pared de la ampolla.
- Dimensiones más reducidas.
- Temperatura de color superior y estable a lo largo de su vida útil. La temperatura de color varía entre los 2800 y 3200 K. Por tanto reproduce mejor los colores fríos del espectro.
- Son lámparas compactas, de alta luminancia, que se adaptan de forma óptima a diversos sistemas ópticos para controlar los haces de luz.

Los componentes de este tipo de lámparas son:



- **Filamento:** Se emplea el wolframio. Su proceso de fabricación es más delicado ya que debe quedar perfectamente rígido en la pequeña ampolla y debe tener gran pureza porque cualquier resto contaminante reacciona con el halógeno y se deposita en la ampolla.
 - **Ampolla:** Puede ser de cuarzo o de vidrio duro capaz de soportar las altas temperaturas requeridas en el ciclo del halógeno.
 - **Gas de llenado:** Las reducidas dimensiones de estas lámparas permiten utilizar gases inertes que mejoran la eficacia de la lámpara como el kriptón y el xenón, aunque en algunos casos se sigue empleando el argón.
 - **Halógeno:** Estos elementos químicos se caracterizan por ser químicamente muy agresivos, es decir, se combinan con facilidad con otros elementos.
 - **Casquillo:** Se emplean los tipos cerámicos, Edison, de espigas y de bayoneta.
- **Lámparas electroluminiscentes:** son las que emiten radiación lumínica bajo la acción de una descarga eléctrica dentro de un gas.
- Hay varios tipos que son los siguientes:

- *Diodos Emisores (LED):* cuando un led se encuentra en polarización directa, los electrones pueden recombinarse con los huecos en el dispositivo, liberando energía en forma de fotones. Este efecto es llamado electroluminiscencia y el color de la luz (correspondiente a la energía del fotón) se determina a partir de la banda de energía del semiconductor. Los leds presentan muchas ventajas sobre las fuentes de luz incandescente como un consumo de energía mucho menor, mayor tiempo de vida, tamaño más pequeño, gran durabilidad y fiabilidad. Por el contrario, son más caros.
Precisan de equipos auxiliares para conectarlas a la red.
- *Lámparas de Descarga:* las lámparas de descarga constituyen una forma alternativa de producir luz de una manera más eficiente y económica que las lámparas incandescentes. Por eso, su uso está tan extendido hoy en día. La luz emitida se consigue por excitación de un gas sometido a descargas eléctricas entre dos electrodos. Según el gas contenido en la lámpara y la presión a la que esté sometido tendremos diferentes tipos de lámparas, cada una de ellas con sus propias características luminosas:
 - **Lámpara Fluorescentes:** son lámparas de vapor de mercurio a baja presión (0.8 Pa). Constan de un tubo de vidrio lleno de gas inerte y una pequeña cantidad de mercurio, inicialmente en forma líquida, y en cada uno de sus extremos va alojado un electrodo sellado herméticamente. Sus características principales son:



- Con un periodo de funcionamiento de 3 horas por encendido, la duración útil de las lámparas se estima entre 5000 y 7000 horas, según los tipos. Para un tiempo de 6 horas, esta aumenta en un 25% y su fuera de 12 horas llegaría a aumentar en un 50%.
- Los tonos de color varían en función de las sustancias fluorescentes empleadas. Actualmente varían entre los 2700 y 8000 K.

Las lámparas fluorescentes necesitan para su funcionamiento la presencia de elementos auxiliares. Para limitar la corriente que atraviesa el tubo de descarga utilizan el balasto y para el encendido existen varias posibilidades que se pueden resumir en arranque con cebador o sin él. En el primer caso, el cebador se utiliza para calentar los electrodos antes de someterlos a la tensión de arranque. En el segundo caso tenemos las lámparas de arranque rápido en las que se calientan continuamente los electrodos y las de arranque instantáneo en que la ignición se consigue aplicando una tensión elevada.

- **Fluorescentes Compactas:** son un tipo de lámpara fluorescente que se puede usar con casquillos estándar con rosca Edison estándar y están concebidas para sustituir a las lámparas incandescentes. Llevan incorporado el balasto y el cebador.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- Consumen tan solo un 25% de la energía de una lámpara incandescente.
 - Tienen una vida media útil de 5000 horas.
 - Temperatura de color 2700 K, muy próxima a la de la lámpara incandescente.
 - Muy buen rendimiento cromático y se fabrican una gran variedad de potencias.
- **Lámparas de Vapor de Mercurio:** el funcionamiento de este tipo de lámparas es el siguiente: se conecta la lámpara a través del balasto, se aplica una diferencia de potencial entre los electrodos principal y auxiliar o de arranque, lo que hace que entre ellos y a través del argón contenido en el bulbo de descarga, salte un pequeño arco. El calor generado vaporiza el mercurio permitiendo el establecimiento del arco entre los dos electrodos principales a través de la atmosfera de vapor de mercurio.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- La luz de estas lámparas tiene muy mala reproducción cromática por



lo que la ampolla se recubre de sustancias que aprovechan las radiaciones ultravioleta y, por el efecto fluorescente, emiten radiaciones rojas que completan su distribución espectral.

- El rendimiento es muy superior a las lámparas incandescentes varía entre 40 y 60 lm/W.
- Tienen una temperatura de color que varía entre los 3800 y los 4500 K.
- Rendimiento de color que varía entre 40 y 45.
- El encendido no es instantáneo, precisan de un cierto tiempo (4 minutos) para que la lámpara alcance su máxima emisión. Además durante el periodo de arranque absorben una corriente de 150% del valor nominal.
- El reencendido tampoco es instantáneo (5 minutos) debiéndose esperar a que se condense el mercurio para cebar de nuevo el arco.
- La vida media es del orden de las 16000 horas.

Los componentes de este tipo de lámparas son:

- **Tubo de descarga:** se emplea cuarzo debido a las altas temperaturas a que funciona para conseguir la presión del vapor. Está provisto de dos electrodos principales y uno o dos auxiliares y en su interior se encuentra una determinada cantidad de argón y unas gotas de mercurio.
 - **Ampolla:** la ampolla exterior sirve para proteger el tubo de descarga y permitir el equilibrio necesario para un correcto funcionamiento.
 - **Casquillo:** generalmente es de rosca tipo Edison.
- **Lámparas de Luz de Mezcla:** las lámparas de luz de mezcla son una combinación de una lámpara de mercurio a alta presión con una lámpara incandescente y habitualmente, un recubrimiento fosforescente. El resultado de esta mezcla es la superposición, al espectro del mercurio, del espectro continuo característico de la lámpara incandescente y las radiaciones rojas provenientes de la fosforescencia.

Las características de este tipo de lámparas son:

- Su eficacia se sitúa entre 20 y 60 lm/W.
- Ofrecen un rendimiento del color de 60 y una temperatura de color de 3600 K.
- Su vida media es de 6000 horas.
- No necesitan balasto, el propio filamento actúa como limitador de corriente.



- **Lámparas de Halogenuros Metálicos:** su constitución es similar a las de vapor de mercurio de alta presión, conteniendo halogenuros (indio, talio, etc.) que mejoran la eficacia y el rendimiento de color. No producen apenas radiaciones ultravioletas por lo que se construyen normalmente transparentes y con ampollas cilíndricas. Las condiciones de funcionamiento son similares a las de vapor de mercurio. Este tipo de lámparas tiene una gran variedad de aplicaciones tanto en interior como en exterior.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- Debido a los halogenuros necesitan tensiones de encendido de 1,5 a 5 kV, producidas por el correspondiente cebador.
 - Tiempos de encendido de unos 10 minutos.
 - Algunos tipos permiten el reencendido inmediato en caliente mediante el empleo de arrancadores, que producen picos de tensión de 35 a 60 kV.
 - Tienen una temperatura de color de 6000 K.
 - Elevado rendimiento luminoso entre 70 y 90 lm/W.
 - Buena reproducción cromática.
- **Lámparas de Vapor de Sodio a Baja Presión:** en estas lámparas la descarga eléctrica se produce a través del metal sodio a baja presión. Al conectar la lámpara se produce una descarga a través del neón cuyo calor generado produce la vaporización progresiva del sodio, pasándose a efectuar la descarga a través del mismo.

Sus principales características son:

- La tensión de encendido varía entre 500 a 1500 V, por lo que se precisa de equipo auxiliar para su encendido.
 - El tiempo de encendido es de 10 minutos y el reencendido de unos 3 a 7 minutos.
 - Emiten una luz monocromática cercana al amarillo.
 - La vida media es de unas 6000 horas.
 - Tienen un elevado rendimiento luminoso, entre 160 y 180 lm/W.
 - Su rendimiento de color es muy malo, haciendo muy difícil la apreciación de los colores de los objetos.
- **Lámparas de Sodio a Alta Presión:** desarrolladas con el objeto de mejorar el tono y la reproducción de la luz, ya que su distribución espectral permite distinguir todos



los colores de la radiación visible.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- Tienen un rendimiento luminoso elevado que varía entre los 80 y 130 lm/W.
 - La tensión de encendido varía entre 3 y 5 kV, por lo que es necesario un elemento extra llamado ignitor, que es una especie de cebador.
 - El tiempo de encendido es corto y el tiempo de reencendido dura menos de un minuto.
 - La temperatura de color es de 2200 K.
 - El índice de reproducción cromática es 27.
 - La vida media es de 9000 horas.
 - Se emplean en alumbrado público, industrial en naves altas, campos de futbol y polideportivos.
- *Lámparas de inducción:* Consiste en incidir un campo electromagnético en una atmosfera gaseosa, por medio de una bobina a alta frecuencia, de manera que el campo producido sea capaz de excitar los átomos de mercurio de un plasma de gas. La radiación obtenida es ultravioleta por lo que hay que recubrir la ampolla de la lámpara con una sustancia fluorescente que la transforme en visible.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- El rendimiento luminoso es de 70 lm/W.
- La vida útil es de 60000 horas.
- Se emplean en lugares de difícil acceso para las sustituciones y aplicaciones de largos periodos de funcionamiento.

A continuación veremos una serie de tablas donde vendrán resumidas las principales características de cada tipo de lámpara así como ventajas de unas respecto a otras y sus principales usos:

TIPO DE LÁMPARA	POTENCIA(w)	FLUJO(LM)	EFICACIA(LM/W)
Incandescente	1-200	6-4000	8-20
Halógena	3-100	36-2200	18-22
Fluorescente Tubular	4-215	1000-15500	40-93
Fluorescente Compacta	5-36	250-2900	50-82
Vapor de Mercurio	50-2000	1800-125000	40-58
Sodio Alta Presión	50-1000	3500-130000	60-95
Sodio Baja Presión	18-180	1800-33000	100-183
Halogenuros Metálicos	75-3500	5000-300000	60-95
Inducción	55-85	3500-6000	64-71



TIPO	VIDA	COLOR	TEMPERATURA (K)	Ra	ENCENDIDO	REENCENDIDO
Incandescente	1000	Amarillo	2600-2800	100	Instantáneo	Instantáneo
Halógena	2000	Amarillo-Blanco	3000	100	Instantáneo	Instantáneo
Fluorescente Tubular	12000	Blancos	2600-6500	50-97	2-3s	2-3s
Fluorescente Compacta	6000	Blanco-Cálido	2700	80	1s	1s
Vapor de Mercurio	16000	Blanco	4000-4500	50	5 min	7 min
Sodio Alta Presión	16000	Blanco-Amarillo	2100	25	7 min	Instantáneo
Sodio Baja Presión	10000	Amarillo	1800	No aplicable	12 min	20 min
Halogenuros Metálicos	1000-6000	Blanco-Frío	4800-6500	67-95	2 min	7 min
Inducción	60000	Blancos	2700-4000	80	Instantáneo	Instantáneo

TIPO	VENTAJAS	DESVENTAJAS	USO RECOMENDADO
Incandescente	<ul style="list-style-type: none"> - Buena reproducción cromática - Encendido instantáneo - Variedad de potencias - Bajo coste de adquisición - Facilidad de instalación - Apariencia de color cálido 	<ul style="list-style-type: none"> - Reducida eficacia luminosa - Corta duración - Elevada emisión de calor 	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado interior - Alumbrado de acentuación - Casos especiales de muy buena reproducción cromática.
Halógenas	<ul style="list-style-type: none"> - Buena reproducción cromática - Encendido instantáneo - Variedad de tipos - Coste de adquisición - Facilidad de instalación - Elevada intensidad 	<ul style="list-style-type: none"> - Reducida eficacia luminosa - Corta duración - Elevada emisión de calor 	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado interior - Reduce decoloración (filtro UV) - En bajo voltaje, con equipos electrónicos - Con reflector dicróico (luz fría) con reflector aluminio (menor carga térmica)



	<ul style="list-style-type: none"> - luminosa - Apariencia de color cálida 		
Fluorescentes estándar	<ul style="list-style-type: none"> - Buena eficacia luminosa - Larga duración - Bajo coste de adquisición - Variedad de apariencias de color - Distribución luminosa adecuada para utilización de interiores - Posibilidad de buena reproducción de colores - Mínima emisión de calor 	<ul style="list-style-type: none"> - Dificultad de control de temperatura de color en las reposiciones - Sin equipos electrónicos puede dar problemas, retardo de estabilización, etc. - Dificultad de lograr contrastes e iluminación de acentuación - Forma y tamaño, para algunas aplicaciones 	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado interior - Con equipos electrónicos: - Bajo consumo - Aumenta la duración - Menor depreciación - Ausencia de interferencias
Fluorescentes compactas	<ul style="list-style-type: none"> - Buena eficacia luminosa - Larga duración - Facilidad de aplicación en iluminación compactas - Mínima emisión de calor - Variedad de tipos - Posibilidad de buena reproducción cromática 	<ul style="list-style-type: none"> - Variaciones de flujo con la temperatura - Coste de adquisición medio-alto - Retardo en alcanzar máximo flujo (> 2 minutos) - Acortamiento vida por mínimo de encendidos 	<ul style="list-style-type: none"> - Sustitución de lámparas incandescentes - Consumo para flujos equivalentes es un 20 % y duran 10 veces más
Vapor de mercurio	<ul style="list-style-type: none"> - Eficacia luminosa - Larga duración - Flujo luminoso unitario importante en potencias altas - Variedad de potencias posibilidad de utilizar a doble nivel 	<ul style="list-style-type: none"> - En ocasiones alta radiación UV - Flujo luminoso no instantáneo - Depreciación del flujo importante 	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado exterior e industrial - En aplicaciones especiales con filtros UV - Lámparas de color mejorado
Halogenuros metálicos	<ul style="list-style-type: none"> - Buena eficacia luminosa - Duración media 	<ul style="list-style-type: none"> - Alta depreciación del flujo - Sensibilidad a 	<ul style="list-style-type: none"> - En alumbrado deportivo o monumental



	<ul style="list-style-type: none"> - Flujo luminoso unitario importante en potencias altas - Variedad de potencias - Casos de reducidas dimensiones 	<ul style="list-style-type: none"> - variaciones de tensión - Requiere equipos especiales para arranque en caliente - Dificultad de control de apariencias de color en reposición - Flujo luminoso no instantáneo - Poca estabilidad de color 	<ul style="list-style-type: none"> - Con equipo especial para encendido en caliente
Sodio baja presión	<ul style="list-style-type: none"> - Excelente eficacia luminosa - Larga duración - Reencendidos instantáneos en caliente 	<ul style="list-style-type: none"> - Muy mala reproducción cromática - Flujo luminoso no instantáneo - Sensibilidad a subestaciones 	<ul style="list-style-type: none"> - En alumbrado de seguridad - En alumbrado de túneles
Sodio alta presión	<ul style="list-style-type: none"> - Muy buena eficacia luminosa - Larga duración - Aceptable rendimiento de color en tipos especiales - Poca depreciación de flujo - Posibilidad de reducción de flujo 	<ul style="list-style-type: none"> - Mala reproducción cromática en versión estándar - Estabilización no instantánea - En potencias pequeñas gran sensibilidad a sobretensión - Equipos especiales para reencendido en caliente 	<ul style="list-style-type: none"> - En alumbrado exterior - En alumbrado interior industrial - En alumbrado de túneles

1.2.6 Aparatos de Alumbrado

Las luminarias son aparatos que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica a las lámparas. Como esto no basta para que cumplan eficientemente su función, es necesario que cumplan una serie de características ópticas, mecánicas y eléctricas entre otras. A nivel de óptica, la luminaria es responsable del control y la distribución de la luz emitida por la lámpara. Es importante, pues, que en el diseño de su sistema óptico se cuide la forma y distribución de la luz, el rendimiento del conjunto lámpara-luminaria y el deslumbramiento que pueda provocar en los usuarios. Otros requisitos que deben cumplir las luminarias es que sean de fácil instalación y mantenimiento. Para ello, los materiales empleados en su construcción han de ser los adecuados para resistir el ambiente en que deba trabajar la luminaria y mantener la temperatura de la lámpara dentro de los límites de funcionamiento. Todo esto sin perder de vista aspectos no menos importantes como la economía o la estética.



Constan de los siguientes componentes:

- **Armadura o carcasa:** Es el elemento físico mínimo que sirve de soporte y delimita el volumen de la luminaria conteniendo todos sus elementos.
- **Equipo eléctrico:** Seria adecuado a los distintos tipos de fuentes de luz artificial y en función de la siguiente clasificación:
 - Incandescentes normales sin elementos auxiliares.
 - Halógenas de alto voltaje a la tensión normal de la red, o de bajo voltaje con transformador o fuente electrónica.
 - Fluorescentes con reactancias o balastos, condensadores e ignitores, o conjuntos electrónicos de encendido y control.
 - De descarga con reactancias o balastos, condensadores e ignitores, o conjuntos electrónicos de encendido y control.
- **Reflectores:** Son determinadas superficies en el interior de la luminaria que modelan la forma y dirección del flujo de la lámpara. La mayoría de las luminarias convencionales van provistas de un reflector de una u otra forma con objeto de crear una distribución adecuada de la luz. Pero debemos de tener en cuenta, que un reflector solo controla parte de la luz emitida. En función de cómo se emita la radiación luminosa pueden ser:
 - Simétrico o asimétrico.
 - Concentrador o difusor.
 - Frio (con reflector dicróico) o normal.
 - Dispersor: Este tipo de reflector se utiliza en alumbrado de exhibición y en algunos tipos de proyectores, donde sea particularmente importante una distribución de luz bien definida pero uniforme.
 - Difusor: Este tipo de reflector se utiliza en iluminación interior, en general para proporcionar niveles de luminancias bastantes uniformes.
 - Especular (con escasa dispersión luminosa) o no especular (con dispersión de flujo). La reflexión especular es aquella situación en la que se cumplen las leyes de la reflexión. Estas leyes establecen que los rayos incidentes, reflejados y la normal a la superficie se encuentran en el mismo plano, y que el ángulo de reflexión es igual al de incidencia. Existen varios tipos de reflectores especulares:
 - Circular: Se emplea en sistemas de proyección y luces puntuales de estudio, con el objetivo de aumentar la intensidad de la luz focalizada por el sistema de lentes.
 - Parabólico: La propiedad fundamental del espejo reflector de



sección transversal parabólica consiste, en que una fuente de luz puntual, situada en su foco, dará lugar a un haz paralelo de rayos reflejados. Los reflectores parabólicos se emplean mucho en alumbrado interior por proyección.

- Elíptico: Los reflectores elípticos tienen como propiedad de que si una fuente de luz se coloca sobre uno de sus focos, todos los rayos reflejados pasan por el segundo foco a foco conjugado. Estos reflectores se utilizan en alumbrado arquitectónico.
- Hiperbólico: El reflector de sección hiperbólica produce un haz divergente, pero por ser poco profundo resulta difícil de apantallar.
- **Difusores:** el elemento de cierre o recubrimiento de la luminaria en la dirección de la radiación luminosa. Los tipos más usuales son:
 - Opal liso (blanca) o prismática (metacrilato traslúcido).
 - Lamas o reticular (con influencia directa sobre el ángulo de apantallamiento).
 - Especular o no especular (con propiedades similares a los reflectores).
- **Filtros:** en posible combinación con los difusores sirven para potenciar o mitigar determinadas características de la radiación luminosa.

Las principales características que se suelen exigir a una luminaria son las siguientes:

Características ópticas:

- Tener una repartición luminosa adaptada a su utilización.
- La luminancia tiene que ser menor o igual que un valor determinado en una dirección de observación. Es decir, que deslumbre poco.
- Tener un rendimiento luminoso elevado.

Características eléctricas y mecánicas:

- Construcción eléctrica que permita su uso sin riesgo de descargas.
- Equipo eléctrico adecuado que permita su colocación y mantenimiento de forma sencilla.
- Calentamiento compatible con su constitución y su utilización.
- Resistencia mecánica suficiente.
- Que este fabricado en un material adaptado a su utilización y entorno.
- Facilidad de montaje y limpieza.
- Proteger eficazmente las lámparas y el equipo eléctrico contra el polvo, la humedad y otros agentes atmosféricos.



Otros conceptos luminotécnicos a tener en cuenta al calcular la iluminación son los siguientes:

- *Coefficiente de utilización:* El coeficiente de utilización es la relación entre el flujo de la zona a iluminar y el flujo luminoso instalado por metro cuadrado. Este valor está íntimamente relacionado con el índice del local, es decir con las características geométricas del local. También dependerá en gran medida del color y la textura de las paredes, sobre todo en locales pequeños. En un local amplio la luz que emite la luminaria es aprovechada en su totalidad (C_u alto), mientras que en el pequeño, al incidir la luz sobre las paredes se produce una absorción, mayor o menor según el color y la textura de las superficies y la luminaria pierde parte de su rendimiento por esa razón (C_u bajo). Esta situación se produce también cuando el local es exageradamente alto con respecto a la superficie.

- *Factor de mantenimiento:* El factor de mantenimiento de la luminaria tiene en cuenta la disminución del flujo luminoso de la luminaria a consecuencia del ensuciamiento de esta última. Viene a ser la relación entre el rendimiento de una luminaria al momento de la limpieza y el valor inicial. Depende de la forma de construcción de la luminaria y de la posibilidad de ensuciamiento que conlleva, es decir, dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local.

La estimación de este coeficiente debe hacerse teniendo en cuenta diversos factores relativos a la instalación, tales como el tipo de luminaria, grado de polvo y suciedad existente en la nave a iluminar, tipo de lámparas utilizadas, número de limpiezas anuales y frecuencia en la reposición de las lámparas defectuosas.

Para una limpieza anual de las luminarias se puede tomar los siguientes valores:

Ambiente	Factor de mantenimiento
Limpio	0,8
Sucio	0,6

1.2.7 Clasificación de luminarias

Las luminarias pueden clasificarse de diversas maneras, aunque lo más común es clasificarlas según criterios ópticos, eléctricos y mecánicos.

Clasificación según criterios ópticos

Una primera manera de clasificar las luminarias es según el porcentaje del flujo luminoso emitido por encima y por debajo del plano horizontal que atraviesa la lámpara.



Es decir, dependiendo de la cantidad de luz que ilumine hacia el techo o al suelo. Según esta clasificación se distinguen cinco clases.

Las cinco clases están ya explicadas en el apartado 1.2.3 de este documento.

Clasificación según las características mecánicas de la lámpara

Las luminarias se clasifican según el grado de protección contra el polvo, los líquidos y los golpes. En estas clasificaciones, según las normas nacionales (UNE 20324) e internacionales, las luminarias se designan por las letras **IP** seguidas de tres dígitos. El primer número va de 0 (sin protección) a 6 (máxima protección) e indica la protección contra la entrada de polvo y cuerpos sólidos en la luminaria. El segundo va de 0 a 8 e indica el grado de protección contra la penetración de líquidos. Por último, el tercero da el grado de resistencia a los choques.

Clasificación según las características eléctricas de la lámpara

Según el grado de protección eléctrica contra los contactos eléctricos se dividen en cuatro tipos:

- Clase 0: aislamiento normal sin toma de tierra.
- Clase I: aislamiento normal y toma de tierra.
- Clase II: doble aislamiento sin toma de tierra.
- Clase III: luminarias para conectar a circuitos de muy baja tensión, sin otros circuitos internos o externos que operen a otras tensiones distintas a la mencionada.

Otras clasificaciones

Existen otro tipo de clasificaciones, por ejemplo, según la aplicación a la que esté destinada la luminaria (alumbrado peatonal, industrial, oficinas...); o según el tipo de lámparas empleado (para incandescente, fluorescentes...).

1.2.8 Niveles de iluminación recomendados

Los niveles de iluminación son determinados por la satisfacción de tres necesidades básicas como son:

- Confort visual; en el que los trabajadores tienen una sensación de bienestar, de un modo indirecto también contribuye a un elevado nivel de productividad.
- Prestaciones visuales; en el que los trabajadores son capaces de realizar sus tareas visuales, incluso en circunstancias difíciles y durante periodos más largos.
- Seguridad.

Así pues, teniendo en cuenta estas necesidades y la UNE 12464.1 Norma Europea sobre Iluminación para Interiores y la Directiva 2002/91/CE relativa a la Eficiencia Energética de los Edificios, y que regula los niveles de iluminancia media E_m , límites de deslumbramiento UGR_L y rendimientos de colores mínimos R_a , se establecen los niveles de iluminación recomendados según el tipo de actividad a realizar. Nos centraremos únicamente en las utilizadas en nuestro proyecto.



Oficinas

Tipo, Tarea	Em (lux)	UGR _L	Ra	Observaciones
Archivos, copias	300	19	80	
Escritura, lectura, tratamiento de datos	500	19	80	
Dibujo técnico	750	16	80	
Puestos CAD	500	19	80	
Sala de conferencias, reuniones	500	19	80	Iluminación confortable
Recepción	300	22	80	
Archivos	200	25	80	

Actividades industriales: Trabajo y tratamiento de metales

Tipo	Em (lux)	UGR _L	Ra	Observaciones
Forja en troquel abierto	200	25	60	
Estampación en caliente y soldadura	300	25	60	
Mecanización basta y media	300	22	60	
Mecanización de precisión	500	19	60	
Trazado, inspección	750	19	60	
Talleres de estirado de hilos y tubos	300	25	60	
Mecanización de chapa	200	25	60	
Fabricación de herramientas de corte	750	19	60	
Montaje basto	200	25	80	
Montaje medio	300	25	80	
Montaje fino	500	22	80	
Montaje de precisión	750	19	80	
Galvanización	300	25	80	
Preparación de superficies y pintura	750	25	80	
Fabricación de herramientas, mecánica de precisión	1000	19	80	

Zonas de tráfico y áreas comunes

Tipo	Em (lux)	UGR _L	Ra	Observaciones
Área de circulación y pasillos	100	28	40	Iluminancia a nivel del suelo Ra y UGR _L similares a áreas adyacentes
Escaleras	150	25	40	
Salas de descanso	100	22	80	
Vestuario, servicios	200	25	80	
Sala de material, sala de mecanismos	200	25	60	
Cuadro de contadores	100	22	80	
Almacenes	100	25	60	200 lux si está ocupado en continuo



1.2.9 Cálculo del alumbrado interior

Para la realización del cálculo del alumbrado interior se ha utilizado el programa DIALUX, así como diversas bases de datos de distintos fabricantes de lámparas y luminarias, para comparar unas con otras hasta buscar la solución óptima para nuestra instalación.

El programa DIALUX realiza el cálculo basándose en el método de los lúmenes que consiste en calcular el valor medio en servicio de la iluminancia en un local iluminado con alumbrado general. Los pasos del método de los lúmenes son los siguientes; primero se realiza la entrada de datos, se calcula el número de luminarias y el emplazamiento de las mismas, se comprueba que cumplen los requisitos, si lo hace se deja como está, si no los cumplen, se prueba con lámparas menos potentes o se cambia el tipo de luminaria.

Para que el programa realice los cálculos correctamente es necesario conocer e introducir los datos de entrada correctamente. Estos datos serán introducidos por el usuario, y serán diferentes en cada local a iluminar dependiendo de la actividad realizada en cada uno y son los siguientes:

- Dimensiones del local: se dibujará un plano de cada zona del local a iluminar con todas sus dimensiones, incluidas la altura del plano de trabajo.
- Iluminancia Media Em (lux): sacada de las tablas del punto 1.2.7, dependerá de la zona a iluminar y el trabajo realizado.
- Coeficiente de reflexión en techo, paredes y suelo: son unos coeficientes que se encuentran tabulados normalmente y serán unos u otros dependiendo del color de cada zona.

Utilizaremos los datos de la siguiente tabla:

	Color	Factor de reflexión (ρ)
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	Claro	0.5
	Medio	0.3
Paredes	Claro	0.5
	Medio	0.3
	Oscuro	0.1
Suelo	Claro	0.3
	Oscuro	0.1

- Factor de mantenimiento: dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Tomaremos los siguientes valores:
 - Local muy limpio, ciclo de mantenimiento anual 0.80
 - Local limpio, ciclo de mantenimiento de 3 años 0.67
 - Local contaminado 0.50

A partir de estos datos, tendremos que elegir a continuación el tipo de lámpara y luminaria que mejor se adapte a las características del local que queremos iluminar. Una vez introducidos todos los datos, el programa realiza los cálculos necesarios dándonos unas tablas indicando el número de luminarias necesarias su distribución y altura, así como los



datos de cada lámpara, iluminancias medias, potencias, y todos los datos necesarios para poder realizar la instalación

Por último comprobaremos que la iluminancia media obtenida en la instalación diseñada es igual o superior a la recomendada en las tablas y que el tipo de lámpara y luminaria es la adecuada para nuestro local.

1.2.10 Solución adoptada

En toda la nave hemos utilizado un sistema de iluminación directa, ya que es el más apropiado dada la actividad a realizar y desde el punto de vista económico.

El método de alumbrado elegido en toda la nave ha sido el alumbrado general, debido a que es el más adecuado para este local.

Para iluminar la zona del taller, se ha escogido lámparas de halogenuros metálicos debido a su buena eficacia luminosa.

Para el resto de las dependencias de la nave de menor altura que el taller hemos escogido lámparas fluorescentes ya sean tubulares para unas zonas y compactas para otras debido a sus buenas eficacias luminosas, y el reducido coste de las mismas.

Debido a la entrada en vigor de la nueva directiva europea sobre diseño ecológico Directiva n° 245/2009 se ha desechado la idea de la utilización de lámparas incandescentes ya que se está prohibiendo progresivamente su utilización, así como muchos tipos de halógenas y otros tipos de lámparas que ya habíamos descartado su uso.

También se ha desechado la idea de la utilización de lámparas LED debido a su alto coste.

Como se ha mencionado anteriormente, se ha utilizado el programa DIALUX para el cálculo de la iluminación de la nave. En el archivo anexo al documento cálculos llamado Cálculo de Iluminación con Dialux se indican detalladamente todos los tipos de lámparas y luminarias empleados así como sus características. No obstante a continuación se muestra una tabla resumen de todos ellos. Son todos de la marca PHILIPS

Nombre de la zona	Iluminancia Media Em(lux)	Tipo de lámpara	Modelo de lámpara
Taller (P.baja)	300	Halogenuros metálicos	Philips HPI Plus 400W/743 BU-P NB E40 1SL
Oficina (P.Baja)	500	Fluorescente tubular	Philips Master TL-D Super 80 18W/840 1SL
Vestuario (P.Baja)	200	Abajo	Abajo
Vest. Zona Común	200	Fluorescente tubular	Philips Master TL-D Super 80 18W/840 1SL
Vest. Ducha y Baño	200	Fluorescente compacta	Philips Master PL-C 2P 18W/840/4P1CT
Aseo (P.Baja)	200	Fluorescente compacta	Philips Master PL-C 26W/840/4P 1CT
Sala de descanso (P.Baja)	100	Fluorescente compacta	Philips Master PL-C 18W/840/4P 1CT



Pasillo	100	Fluorescente compacta	Philips Master PL-C 18W/840/4P 1CT
Limpieza y Mantenimiento (P.Baja)	200	Fluorescente tubular	Philips Master TL-D Super 80 58W/840 1SL
Vestíbulo (P.Baja)	300	Fluorescente compacta	Philips Master PL-C 18W/840/4P 1CT
Escaleras		Fluorescente compacta	Philips Master PL-C 18W/840/4P 1CT
Oficina (1º Piso)	500	Fluorescente tubular	Philips Master TL-D Super 80 18W/840 1SL
Oficinas (2º Piso)	500	Fluorescente tubular	Philips Master TL-D Super 80 58W/840 1SL
Limpieza (2º Piso)	200	Fluorescente tubular	Philips Master TL-D Super 80 58W/840 1SL
Aseos Mujeres (2º Piso)	200	Fluorescente compacta	Philips Master PL-C 2P 18W/840/4P1CT
Aseos Hombres (2º Piso)	200	Fluorescente compacta	Philips Master PL-C 2P 18W/840/4P1CT
Pasillo (2º Piso)	100	Fluorescente compacta	Philips Master PL-C 18W/840/4P 1CT
Centro de Transformación	200	Fluorescente tubular	Philips Master TL-D Super 80 58W/840 1SL

Nombre de la zona	Tipo de iluminación	Tipo de luminaria	Montaje luminaria
Taller (P.baja)	Directa, General	Philips HPK150 1xHPI-400W BU K IC IP65	Suspendido
Oficina (P.Baja)	Directa, General	Philips Impala TBS160 4xTL-D 18W HFP C3 P1	Empotrado
Vestuario (P.Baja)	Ver Abajo	Ver Abajo	
Vest. Zona Común	Directa, General	Philips Pacific TCW216 2xTL-D 18W HFP P1	Estanca
Vest. Ducha y Baño	Directa, General	Philips Europa2 FBS120 2xPL-C/4P18W HF PG	Empotrado
Aseo (P.Baja)	Directa, General	Philips Europa2 FBS120 2xPL-C/4P26W HF PG	Empotrado
Sala de descanso (P.Baja)	Directa, General	Philips Latina FBH024 2xPL-C/4P18W HF RG	Empotrado
Pasillo	Directa, General	Philips Latina FBH024 2xPL-C/4P18W HF RG	Empotrado
Limpieza y Mantenimiento (P.Baja)	Directa, General	Philips TCW060 2xTL-D 58W HF	Estanca
Vestíbulo (P.Baja)	Directa, General	Philips Latina FBH024 2xPL-C/4P18W HF RG	Empotrado
Escaleras		Philips Gondola FWG201 2xPL-C/4P18W HF WH	Pared



Oficina (1º Piso)	Directa, General	Philips Impala TBS160 4xTL-D 18W HFP C3 P1	Empotrado
Oficinas (2º Piso)	Directa, General	Philips TCW060 2xTL-D 58W HF	Estanca
Limpieza (2º Piso)	Directa, General	Philips TCW060 2xTL-D 58W HF	Estanca
Aseos Mujeres (2º Piso)	Directa, General	Philips Europa2 FBS120 2xPL-C/4P18W HF PG	Empotrado
Aseos Hombres (2º Piso)	Directa, General	Philips Europa2 FBS120 2xPL-C/4P18W HF PG	Empotrado
Pasillo (2º Piso)	Directa, General	Philips Latina FBH024 2xPL-C/4P18W HF RG	Empotrado
Centro de Transformación	Directa, General	Philips TCW060 2xTL-D 58W HF	Estanca

Nombre de la zona	Nº luminarias	Potencia individual(W)	Potencia Total(W)
Taller (P.baja)	12	428	5136
Oficina (P.Baja)	5	69,5	347,5
Vestuario (P.Baja)	Ver Abajo	Ver Abajo	152
Vest. Zona Común	2	38	76
Vest. Ducha y Baño	2	38	76
Aseo (P.Baja)	1	54	54
Sala de descanso (P.Baja)	3	38	114
Pasillo	3	38	114
Limpieza y Mantenimiento (P.Baja)	3	110	330
Vestíbulo (P.Baja)	5	38	190
Escaleras	6	38	228
Oficina (1º Piso)	10	69,5	695
Oficinas (2º Piso)	12	110	1320
Limpieza (2º Piso)	1	110	110
Aseos Mujeres (2º Piso)	2	38	76
Aseos Hombres (2º Piso)	2	38	76
Pasillo (2º Piso)	2	38	76
Centro de Transformación	2	110	220

1.2.11 Alumbrado de emergencia

Según la ITC-BT-28 las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación de alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación o iluminar otros puntos que se señalen.

La alimentación del alumbrado será automática con corte breve.



El alumbrado de seguridad es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tienen previsto terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona.

El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produzca el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal.

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Solo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

El alumbrado de evacuación es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

En las rutas de evacuación, este alumbrado debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de un lux.

En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia media será de 5 lux.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40 lux.

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar, cuando se produzca un fallo de la alimentación normal, como mínima durante una hora, proporcionando la iluminación prevista.

El alumbrado ambiente es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0.5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40 lux.

El alumbrado ambiente o anti-pánico deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

Las líneas que alimentan directamente a los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados de emergencia, estarán protegidas por interruptores automáticos, con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz, o si en la misma dependencia existiesen varios puntos de luz de alumbrado especial, estos deben ser repartidos al menos entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.

Las luminarias de emergencia se colocarán siguiendo el siguiente criterio:

- En todas las puertas de las salidas de emergencia.
- Cerca de las escaleras para que todos los escalones queden iluminados.



- Cerca de los cambios de nivel del suelo.
- Para iluminar todas las salidas obligatorias y señales de seguridad.
- Cerca de todos los cambios de dirección.
- Cerca de todas las intersecciones en los pasillos.
- Cerca de los equipos de extinción de fuego así como de puntos de alarma.
- En el exterior de los edificios junto a las salidas.
- Cerca de los puestos de socorro.
- En ascensores y montacargas.
- En todos los aseos y servicios.
- Salas de generadores de motores y salas de control.

1.2.12 Lámparas para el alumbrado de emergencia

El alumbrado de emergencia se puede clasificar en función de la fuente de alimentación de las luminarias, de la siguiente manera:

- **Luminarias autónomas:** Se caracteriza porque el suministro de energía eléctrica se efectúa en la propia luminaria o a un metro de distancia de la misma como máximo. La alimentación autónoma no precisa ocupar determinados sitios de la edificación para instalar alimentaciones centrales, no requiere por lo tanto equipos centralizados a medida e impide que la rotura de cables invalide el uso de los aparatos autónomos de iluminación. Los aparatos autónomos para el alumbrado de emergencia pueden ser de tipo permanente o no permanente.
- **Luminarias centralizadas:** Se caracteriza porque la fuente de suministro de energía eléctrica se emplaza a más de un metro de distancia de las luminarias. La alimentación centralizada es mucho más económica cuando se resuelve el alumbrado de emergencia de grandes superficies, también tiene un mantenimiento mucho más barato y sencillo de efectuar ya que las luminarias centralizadas son mucho más prácticas y funcionales que las luminarias de alimentación autónoma. Las luminarias de alimentación centralizada, pueden ser de tipo permanente o no permanente.

También se pueden clasificar en función del tipo de luminaria utilizada, como:

- **Luminarias permanentes:** son luminarias alimentadas con energía eléctrica permanentemente. De manera que se efectúa al unísono un doble alumbrado, un alumbrado normal y un alumbrado de emergencia. Como las luminarias permanentes siempre están encendidas, se puede comprobar en todo momento que la línea de suministro funciona correctamente. Cuando falla el suministro de energía eléctrica del alumbrado normal, las lámparas son abastecidas con



energía eléctrica del sistema de emergencia, dichas lámparas están calientes, lo cual propicia el mantenimiento del flujo luminoso sin disminución alguna en el tránsito de un suministro al otro, sobre todo cuando se utilizan lámparas fluorescentes. Se recomienda el empleo de luminarias permanentes, en lugares donde sea necesario asegurar una iluminación ininterrumpida (garajes, ascensores, aulas, etc.). Hay que tener en cuenta, que el uso ininterrumpido de lámparas obliga a su reposición en menor tiempo (de 4 a 11 meses, cuando se utilizan lámparas fluorescentes), que cuando se emplean otros sistemas. Si no se realiza un adecuado programa de mantenimiento, entre la 3.000 a 8.000 horas de vida de las lámparas (tubos fluorescentes), estas pueden quedar inutilizadas, propiciando la ausencia de alumbrado de emergencia durante el tiempo en que se procede a su renovación.

- **Luminarias no permanentes:** son luminarias que solo se activan cuando falla la alimentación del alumbrado normal. Las luminarias no permanentes son muy sencillas, solo se activan cuando el suministro de energía eléctrica de la iluminación normal, se interrumpe o disminuye por debajo del 70% de su valor nominal.
- **Luminarias combinadas:** son luminarias que disponen de dos o más lámparas que permiten alimentar parte de ellas con energía eléctrica para el alumbrado de emergencia y la otra parte conectadas al suministro del alumbrado normal, de manera que parte de las lámparas permanecen encendidas en todo momento mientras hay suministro de energía eléctrica al alumbrado normal y la otra parte solo se encienden cuando falla dicho suministro eléctrico del alumbrado normal. Las luminarias combinadas se pueden utilizar para señalar de un modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de locales. Las luminarias combinadas, pueden ser encendidas o apagadas, a voluntad, cuando el suministro eléctrico se hace con la iluminación normal, esta disponibilidad es muy útil cuando se pretende evitar consumos innecesarios. También existen luminarias combinadas, en las que no es posible regular este encendido o apagado a voluntad ya que permanecen permanentemente encendidas. Cuando se agota la lámpara suministrada con energía eléctrica del alumbrado normal, siempre queda la opción de que funcione la lámpara conectada al sistema eléctrico de emergencia.

1.2.13 Solución adoptada

Para el cálculo de la iluminación de emergencia se ha utilizado el programa DAISA, que el software de la empresa DAISALUX de la cual hemos elegido las lámparas para este alumbrado.

Al igual que en el alumbrado general, para poder calcular el alumbrado de emergencia, es necesario introducir en el programa unos datos previos como son las



dimensiones de cada local, el recorrido de evacuación, la situación de las luminarias, situación de los cuadros y equipos de protección contra incendios, así como la luminaria elegida para cada zona. Una vez introducido los datos, el programa realiza los cálculos necesarios indicando si se cumplen las condiciones explicadas en el apartado anterior. Si no se cumplen habrá que elegir otro tipo de luminarias hasta que se cumpla nuestro objetivo.

El tipo de luminarias elegidas son de la marca DAISALUX, y son luminarias no permanentes, debido a que tienen un menor mantenimiento que las permanentes, las cuales hay que cambiarlas con mayor frecuencia.

Se pueden ver todas las luminarias escogidas con detalle y sus características en el archivo anexo al documento cálculos llamado Cálculo de iluminación de emergencia con Daisa. No obstante a continuación se muestra una tabla resumen con todas ellas.

Zona	Nº de luminarias	Modelo de luminaria	Potencia (W) unitaria	Potencia total (W)
Taller (P.baja)	6\5	Daisalux Estanca 40 N12\Hydra N2	36\8	256
Oficina (P.Baja)	2	Daisalux Hydra N2	8	16
Vestuario (P.Baja) Vest. Zona Común Vest. Ducha y Baño	1	Daisalux Nova N2	8	8
Aseo (P.Baja)	1	Daisalux Nova N1	6	6
Sala de descanso (P.Baja)	1	Daisalux Hydra N2	8	8
Pasillo	1	Daisalux Hydra N2	8	8
Limpieza y Mantenimiento (P.Baja)	2	Daisalux Hydra N2	8	16
Vestíbulo (P.Baja)	2	Daisalux Hydra N2	8	16
Escaleras	3	Daisalux Hydra N2	8	24
Oficina (1º Piso)	2	Daisalux Hydra N2	8	16
Oficinas (2º Piso)	3	Daisalux Hydra N2	8	24
Limpieza (2º Piso)	1	Daisalux Hydra N2	8	8
Aseos Mujeres (2º Piso)	1	Daisalux Nova N1	6	6
Aseos Hombres (2º Piso)	1	Daisalux Nova N1	6	6
Pasillo (2º Piso)	2	Daisalux Hydra N2	8	16
Centro de Transformación	1	Daisalux Hydra N2	8	8



1.3 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN

1.3.1 Introducción

Según la ITC-BT 08, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobreintensidades, así como de las especificaciones de la apartamentada encargada de tales funciones.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro. Y se clasifican mediante un código de dos letras:

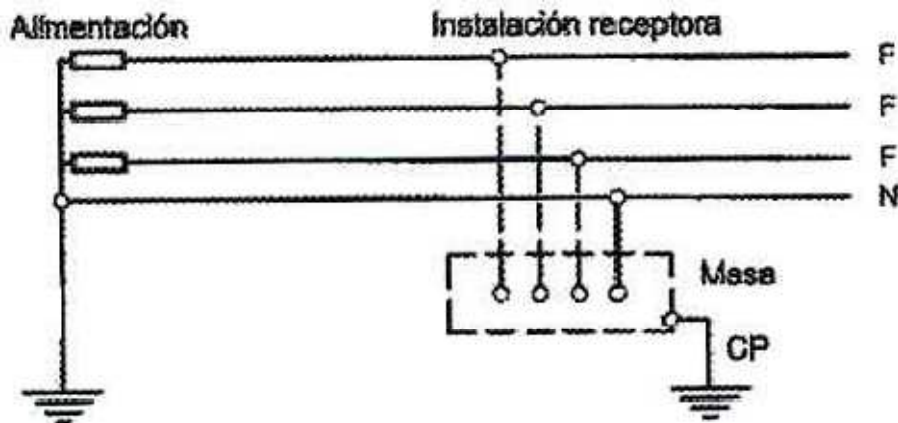
- Primera letra: se refiere a la situación de la alimentación con respecto a tierra.
 - **T=** la red de alimentación tiene el neutro conectado directamente a tierra.
 - **I=** la red de alimentación tiene el neutro aislado o lo tiene conectado a tierra a través de una impedancia.
- Segunda letra: se refiere a la situación de las masas de la instalación receptora con respecto a tierra.
 - **T=** las masas están conectadas directamente a tierra.
 - **N=** las masas de los receptores están conectadas directamente a un punto de la instalación (neutro o conductor de protección) que está conectado a tierra.
- Otras letras: se refieren a la situación relativa del conductor neutro y del conductor de protección.
 - **S=** las funciones de neutro y protección, aseguradas por conductores separados.
 - **C=** las funciones de neutro y protección, combinadas en un solo conductor.

Analizaremos las distintas conexiones que hay y escogeremos las que más nos convenga para nuestra instalación según las características técnicas y económicas. Sin embargo, hay que tener en cuenta los siguientes principios:

- Las redes de distribución pública de baja tensión tienen un punto puesto directamente a tierra por prescripción reglamentaria. Este punto es el punto neutro de la red. El esquema de distribución para instalaciones receptoras alimentadas directamente de una red de distribución pública de baja tensión es el esquema TT.
- En instalaciones alimentadas en baja tensión, a partir de un centro de transformación de abonado, se podrá elegir cualquiera de los tres esquemas citados.

- No obstante, puede establecerse un esquema IT en parte o partes de una instalación alimentada directamente de una red de distribución pública mediante el uso de transformadores adecuados, en cuyo secundario y en la parte de la instalación afectada se establezcan las disposiciones que para ese esquema se deben dar.

1.3.2 Esquema TT



Como se observa, la alimentación y las masas están puestas directamente a tierra. Esta conexión hace que ante un defecto la tensión de contacto que sufriría una persona depende de la resistencia de puesta a tierra de la masa:

$$U_c = I_d \cdot R_m$$

$$I_d = \frac{U_o}{R_a + R_m}$$

U_c : Tensión de contacto

I_d : Corriente de defecto

U_o : Tensión nominal

R_a : Resistencia de la tierra de alimentación

R_m : Resistencia de la tierra de las masas

En el comienzo de la instalación es necesario colocar al menos un Interruptor Diferencial para que haga interrumpir la alimentación cuando la corriente de defecto sea tal que haga que la tensión de contacto sea peligrosa para las personas. Se necesita el Interruptor Diferencial porque los Magnetotérmicos que podemos tener protegen para no sobrepasar una corriente máxima y la corriente de defecto es muy inferior a ésta corriente máxima. El empleo de más de un Interruptor Diferencial permite poder ajustar una selectividad amperimétrica y cronométrica. Todos los Diferenciales tendrán un margen de



corriente inferior a la que haga establecerse una tensión de contacto peligrosa. Además, tendrán por norma, un tiempo de corte inferior a 1 segundo.

1.3.3 Esquema IT

En el esquema IT el neutro se puede encontrar aislado de la tierra o conectado por medio de una impedancia de gran valor, por encima de los 2 K Ω . Las masas siempre tendrán una conexión a tierra directa.

Neutro aislado

Este es el esquema que ofrece una mayor continuidad de servicio, ya que corta el suministro al segundo defecto, a diferencia de los otros sistemas que lo hacen al primero. Esto se debe a que en el primer defecto, la corriente se encuentra con una con un circuito abierto para retornar al transformador, por lo que no lo puede hacer. Así pues, la corriente de defecto no será muy grande y la tensión de contacto tampoco, ya que se regirá por la siguiente fórmula:

$$U_c = I_d * R_m$$

U_c : Tensión de contacto

R_m : Resistencia de la tierra de las masas

I_d : Corriente de defecto

Un segundo punto de defecto lo que provocaría sería una circulación de corriente y por lo tanto deberían saltar las protecciones Diferenciales. Lo que ocurriría es que la corriente pasaría por las dos masas, dándose las siguientes fórmulas:

$$U_c = I_d * R_m$$

$$I_d = \frac{U_o}{2 * R_m}$$

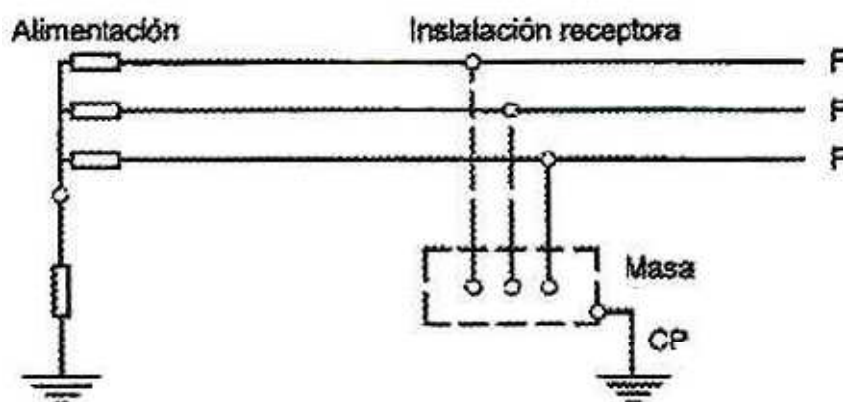
R_m = Resistencia de la tierra de las masas

U_c = Tensión de contacto

I_d = Corriente de defecto

U_o = Tensión nominal

Conectado mediante una impedancia



Como se observa, la conexión de las masas se realiza directamente a tierra, mientras que la del neutro se establece a través de una impedancia de valor superior a los 2 K Ω .

En este caso también se ofrece una gran continuidad del suministro, ya que al producirse el primer defecto, la corriente cuando va a retornar al transformador se encuentra con una resistencia muy grande, por lo que hace que no circule mucha corriente. No obstante, la corriente que circula es mayor que para el caso del neutro aislado, por lo que la tensión de contacto también lo será. Esta impedancia se elegirá de tal forma que la tensión de contacto nunca llegue a ser peligrosa.

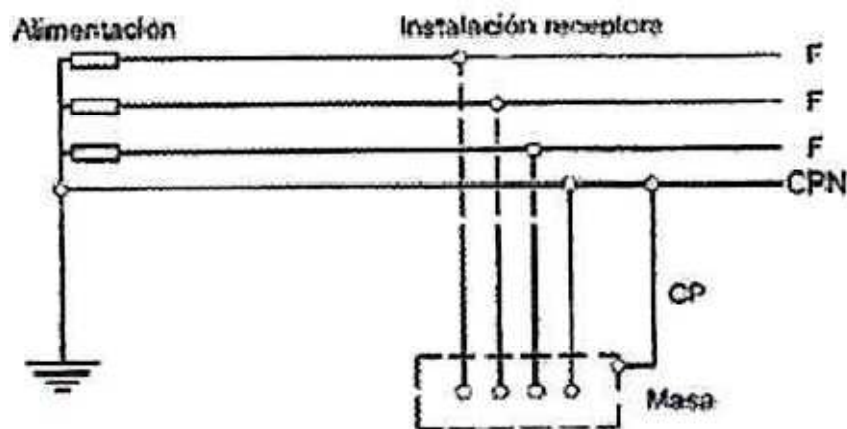
Para ambos casos, cuando se produzca un primer defecto, un medidor de aislamiento que monitoriza constantemente la instalación, hará sonar una alarma que nos informará de dicho fallo. En cuanto se produce esta alarma se realizará una búsqueda del defecto mediante un localizador de defectos para intentar solventar el problema antes de que se produzca un segundo fallo y sea peligroso.

En este tipo de sistemas se requiere una puesta a tierra totalmente independiente al de otras instalaciones, ya que de lo contrario, la corriente de defecto podría regresar al transformador y provocar que el primer defecto sea verdaderamente peligroso. Igualmente, las masas metálicas no deben estar conectadas a otras de instalaciones diferentes.

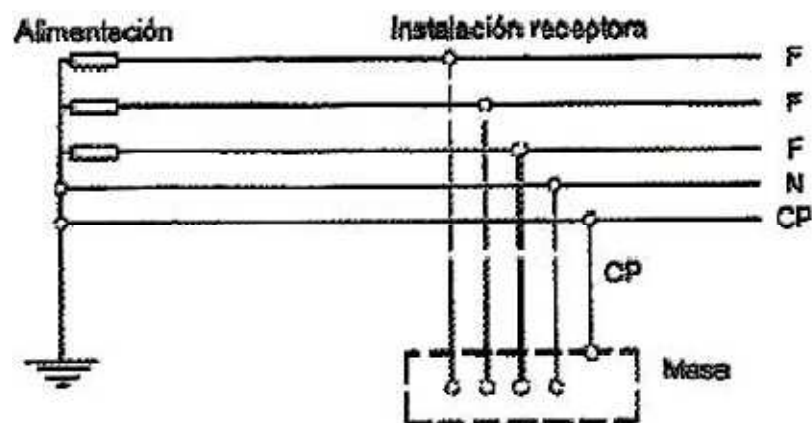
Este tipo de esquemas suele ser utilizado en lugares donde no se pueda interrumpir el suministro como pueden ser quirófanos y actividades industriales especiales.

1.3.4 Esquema TN (TN-C y TN-S)

TN-C



TN-S



Los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección.

Una puesta a tierra múltiple, en puntos repartidos con regularidad, puede ser necesaria para asegurarse de que el potencial del conductor de protección se mantiene, en caso de fallo lo más próximo posible al de tierra. Por la misma razón, se recomienda conectar el conductor de protección de tierra en el punto de entrada de cada de edificio o establecimiento.

La impedancia del bucle de fallo es baja (no pasa por tierra). Si se produce un fallo de aislamiento, éste se transforma en cortocircuito y deberá ser eliminado por los dispositivos de protección contra sobrecorrientes.

Como se puede observar en los dibujos, la diferencia entre el TN-C y el TN-S es si hay o no conductor de protección, pero a la hora de los cálculos y fórmulas es lo mismo:



$$U_C = I_d * R_{CP \text{ o } N}$$

$$I_d = \frac{U_o}{R_{fd} + R_{mm} + R_{CP \text{ o } N}}$$

U_C : Tensión de contacto

I_d : Corriente de defecto

U_o : Tensión nominal

$R_{CP \text{ o } N}$: Resistencia del conductor de protección o del neutro, dependiendo del esquema

R_{fd} : Resistencia de la fase de defecto

R_{mm} : Resistencia de la masa metálica

Para que las masas de la instalación receptora puedan estar conectadas a neutro como medida de protección contra contactos indirectos, la red de alimentación debe cumplir las siguientes prescripciones especiales:

a) La sección del conductor neutro debe, en todo su recorrido, ser como mínimo igual a la establecida en la tabla 1 de la ITC-REBT 08, que depende de la sección de los conductores de fase.

b) En las líneas aéreas, el conductor neutro se tenderá con las mismas precauciones que los conductores de fase.

c) Además de las puestas a tierra de los neutros señaladas en las ITCs-REBT 06 y 07, para las líneas principales y derivaciones, serán puestas a tierra igualmente en los extremos de éstas cuando la longitud de las mismas sea superior a 200 m.

d) La resistencia de tierra del neutro no será superior a 5Ω en las proximidades de la central generadora o del Centro de Transformación, así como en los 200 últimos metros de cualquier derivación de la red.

e) La resistencia global de tierra, de todas las tomas de tierra del neutro, no será superior a 2Ω .

f) En el esquema TN-C, las masas de las instalaciones receptoras deberán conectarse al conductor neutro mediante conductores de protección.

1.3.5 Esquema de distribución escogido

En este caso se podría elegir cualquiera de los tres tipos de esquema pero se cogerá un esquema TT ya que es la solución más apropiada y flexible a la hora de afrontar futuras ampliaciones, teniendo presente que los defectos fase-masa pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito y provocar la aparición de tensiones peligrosas.



1.4 PREVISIÓN DE CARGA

De acuerdo con la actividad que se va a realizar la relación entre la maquinaria que se va a utilizar y la potencia total a instalar es la siguiente:

Maquinaria:

Maquinaria	Número	Fase	Potencia(W)
1.Torno	1	Trifásica	4.269
2.Torno	1	Trifásica	2.650
3.Fresadora	1	Trifásica	11.702
4.Torno	1	Trifásica	9.200
5.Torno	1	Trifásica	6.132
6.Sierra	1	Trifásica	1.081
7.Sierra	1	Trifásica	3.091
8.Afiladora	1	Trifásica	368
9.Brochadora vertical 1	1	Trifásica	2.576
10.Brochadora vertical 2	1	Trifásica	2.576
11.Batería taladros	1	Trifásica	3.533
12.Fresadora	1	Trifásica	2.356
13.Batería taladros	1	Trifásica	3.974
14.Taladro	1	Trifásica	1.325
15.Roscadora	1	Trifásica	1.325
16.Esmeriladora	1	Trifásica	368
17.Rectificadora	1	Trifásica	1.031
18.Rectificadora	1	Trifásica	1.546
19.Máquina rebarbas	1	Trifásica	1.840
20.Máquina de pulir	1	Trifásica	1.104
21.Compresor	1	Trifásica	3.680
22.Máquina insertos móvil	1	Trifásica	1.840
23.Puente grúa 5tn	1	Trifásica	3.080
Total			70.647

Tomas de corriente

Tipo	Número	Fase	Potencia
Monofásica (taller)	2	Monofásica	7.360
Trifásica (taller)	2	Trifásica	22.170
Monofásica (Planta baja)	2	Monofásica	7.360
Monofásica (1º y 2º Piso)	1	Monofásica	3.680
Monofásica (Centro Trafo)	1	Monofásica	3.680
Total			44.250

*Iluminación*

Tipo	Número	Fase	Potencia(W)
Campana suspendida 1x400W	12	Monofásica	5.136
Fluorescente estanca 2x58W	3	Monofásica	330
Downlight empotrado 2x18W	3	Monofásica	114
Downlight empotrado 2x18W	3	Monofásica	114
Fluorescente estanca 2x58W	2	Monofásica	220
Fluorescente empotrado 4x18W	5	Monofásica	347,50
Fluorescente estanca 2x18	2	Monofásica	76
Downlight empotrado 2x18W	2	Monofásica	76
Downlight empotrado 2x26W	1	Monofásica	54
Downlight empotrado 2x18W	5	Monofásica	190
Luminaria pared 2x18W	1	Monofásica	38
Fluorescente empotrado 4x18W	10	Monofásica	695
Luminaria pared 2x18W	5	Monofásica	190
Fluorescente estanca 2x58W	12	Monofásica	1.320
Downlight empotrado 2x18W	4	Monofásica	152
Downlight empotrado 2x18W	2	Monofásica	76
Fluorescente estanca 2x58W	1	Monofásica	110
Alumbrado emergencia	35	Monofásica	442
Total			9.680,50

La potencia total demandada es de **124577,5 W**.



1.5 TIPOS DE RECEPTORES

1.5.1 Introducción

Los aparatos receptores para conseguir un buen funcionamiento deberán cumplir unos requisitos conformes a una correcta instalación, utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberían producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalaran de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc.), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conductor movable. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situaran de manera que se pueda verificar.

1.5.2 Motores

Según la ITC-BT-47 las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión de los motores, con objeto de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo serán las siguientes:

- *Un solo motor:* Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la intensidad a plena carga del motor en cuestión.
- *Varios conductores:* Los conductores de conexión que alimentan a varios motores deberán estar dimensionados para una intensidad no menor a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de todos los demás.

1.5.3 Receptores de alumbrado

Según indica la ITC-BT-44 las instalaciones que contengan lámparas de descarga, deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Los circuitos de alimentación de lámparas o tubos de descarga estarán provistos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque.
- La carga mínima prevista en voltamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas.
- En el caso distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.



- Será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

1.5.4 Tomas de corriente

Las tomas de corriente que se van a colocar en este proyecto serán tanto monofásicas como trifásicas, definiéndolas de la siguiente manera:

- Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2p + T).
- Tomas de corriente trifásicas de 16 A a 400 V. (3p + T).

Irán fijadas a las paredes por sus medios convencionales a una altura de 40 cm en la zona de las oficinas excepto en servicios que irán fijadas a una altura de 1m, mientras que el caso de la nave las tomas irán a una altura de 1,6 metros. Serán de la marca SCHNEIDER ELECTRIC.

La situación de las tomas de corriente será la siguiente:

- 7 tomas monofásicas de 16 A en el taller.
- 7 tomas trifásicas de 16 A en el taller.
- 2 tomas monofásicas de 16 A en el centro de transformación.
- 3 tomas monofásicas de 16 A en la oficina de la planta baja.
- 2 tomas monofásicas de 16 A en el vestuario de la planta baja.
- 3 tomas monofásicas de 16 A en la sala de descanso de la planta baja.
- 5 tomas monofásicas de 16 A en la sala de limpieza de la planta baja.
- 5 tomas monofásicas de 16 A en la oficina del primer piso.
- 5 tomas monofásicas de 16 A en la oficina del segundo piso.

1.5.5 Interruptores

Los interruptores escogidos para el encendido y apagado del alumbrado de la nave son de la marca SCHNEIDER ELECTRIC.



1.6 DESCRIPCIÓN Y DISTRIBUCIÓN INTERNA DE LA INSTALACIÓN

1.6.1 Introducción

Se define la instalación de enlace, como el conjunto de conductores y elementos de tipo eléctrico, que establecen la conexión entre la red de distribución pública y las instalaciones interiores.

En este caso la instalación de enlace va desde el centro de distribución de IBERDROLA S.A. situado en el polígono industrial Areta de Huarte hasta el centro de transformación de la nave del abonado.

1.6.2 Acometida

La acometida es la parte de la instalación de distribución que alimenta al transformador.

La acometida se ubica en una canalización enterrada bajo tubo, siendo una red subterránea de baja tensión de manera que se rige por la ITC-REBT 07. El elemento de la instalación eléctrica de la acometida tendrá un diámetro de tubo de 180 mm, a lo largo de una zanja excavada con este propósito.

La profundidad a la que se instalarán los conductores será como mínimo de 0,8 metros de profundidad. Se dispondrá de una capa de arena de unos 10 cm de espesor. Encima de la arena se dispondrán de unas placas de plástico que distarán 25 cm como mínimo de la parte superior del cable. En la parte superior de estas capas se colocarán unas cintas de señalización.

En los puntos con cambios de dirección bruscos se dispondrá de arquetas, para facilitar la manipulación de los cables.

1.6.3 Derivación individual

Es la parte de la instalación que a partir del Centro de Transformación suministra energía eléctrica a la actividad industrial.

La derivación individual empieza en el Centro de Transformación, en el mismo Transformador. La derivación individual de la nave industrial estará constituida por conductores aislados en el interior de canalización enterrada bajo tubo de 200 mm de diámetro, con entrada y salida, dejándose un tubo de iguales características de reserva, tal y como marca la ITC- BT-15, a una profundidad de 0,8 metros.

Los cables no presentarán empalmes y su sección será uniforme. Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares.

1.6.4 Conductores y cables eléctricos

Criterios para el cálculo

Para el cálculo de las líneas de distribución, se tendrán en cuenta los siguientes factores:



1. Calentamiento de los conductores.
2. Caída de tensión y pérdidas de potencia en los conductores.

1. Calentamiento de los conductores

Si por un conductor cuya resistencia es “R” ohmios, circula una intensidad de “I” amperios, se eleva su temperatura hasta que el calor transmitido por la corriente al conductor, se iguala al calor cedido por el conductor al ambiente en igual tiempo; según la ley de Joule, la cantidad de calorías recibidas en un segundo son:

$$Q = 0,24 \times I^2 \times R \quad \text{Calorías}$$

Partiendo de esta fórmula y teniendo en cuenta que las calorías cedidas dependen de la temperatura del conductor respecto del ambiente que la rodea, a su superficie, al material que forma su aislante, etc. Se demuestra que el aumento de temperatura es directamente proporcional al cuadrado de la intensidad (considerando despreciables las variaciones de la resistencia con la temperatura).

$$\Delta T = \left(\frac{I}{I_n} \right)^2 \times \Delta T_n$$

Siendo:

ΔT = incremento admisible de la temperatura.

ΔT_n = incremento de la temperatura en condiciones normales.

I_n = intensidad nominal en condiciones normales.

I = intensidad admisible.

El calor que adquiere un conductor, lo va cediendo a través del medio que le rodea (aislamiento, tubo, pared, aire, etc.), produciéndose un equilibrio entre el calor que recibe por el paso de la corriente y el que desprende hacia el exterior.

El calor que es cedido al exterior es:

$$Q = M \times C \times \Delta T$$

Si la intensidad I crece, el calor producido por el paso de la corriente crece también. Al cabo de un periodo transitorio, el calor cedido al exterior será igual al producido por el paso de intensidad, por lo tanto este calor cedido al exterior aumenta también, produciéndose por consiguiente un aumento del incremento de la temperatura, pero como la temperatura del exterior es prácticamente constante, el aumento del incremento de la temperatura es debido al aumento de la temperatura del conductor.



Si la intensidad es elevada, la temperatura del conductor es elevada, con el peligro de deterioro de los aislantes por no estar diseñados para soportar esas temperaturas (con el riesgo de provocar cortocircuitos).

Por lo tanto, para cada sección de los conductores existe un límite de carga en amperios que no debe sobrepasarse, que se corresponde con la temperatura máxima admisible que puede soportar esa sección del conductor sin que se produzcan los efectos antes reseñados.

Las intensidades de las corrientes eléctricas admisibles en los conductores, (Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, ITC BT 19), se regularán en función de las condiciones técnicas de las redes de distribución y de los sistemas de protección empleados en los mismos.

Los cálculos y condiciones a las que deben ajustarse los proyectos y la ejecución de estas redes están fijados en las instrucciones complementarias correspondientes a este reglamento.

En estas tablas se dan las intensidades máximas admisibles según unas determinadas condiciones (condiciones normales), para cada sección de cable.

Complementando a estas tablas existen otras, que dan unos factores de corrección de esa intensidad admisible, según nuestra instalación varíe de las condiciones normales; como disposición de los cables, resistividad térmica del suelo (para cables subterráneos), clase de recubrimiento, temperatura ambiente, etc.

2. Caída de tensión y pérdidas de potencia en los conductores

Una vez elegida la sección de acuerdo con la intensidad nominal que ha de circular por esa sección, es menor que la intensidad máxima admisible de dicho conductor para dicha sección, deberemos comprobar que cumple las condiciones relativas a la caída de tensión.

La sección de los conductores a utilizar se determina de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor del 4,5% de la tensión nominal en el origen de la instalación para el alumbrado y del 6,5% para la fuerza.

Conductores activos

Son los destinados a la transmisión de la energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna. Los conductores flexibles serán únicamente de cobre.

La sección de los conductores será tal que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 4,5 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 6,5 % para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.



Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente para una temperatura ambiente del aire de 40° C y para distintos métodos de instalación, agrupamientos y tipos de cable, están señaladas en una tabla en la instrucción ITC BT 19 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Conductores de protección

Si los conductores de protección están constituidos del mismo metal que los conductores de fase, tendrán una sección mínima, en función de la sección de los conductores de fase de la instalación como se establece a continuación.

Secciones de los conductores de fase (mm ²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm ²)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S / 2$
<ul style="list-style-type: none"> - Con un mínimo de 2.5 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica. - Con un mínimo de 4 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica. 	

Cuando la sección de los conductores de fase o polares sea superior a 35 mm², se puede admitir para los conductores de protección, unas secciones menores que las que resulten de la aplicación de las tablas pero por lo menos iguales a 16 mm².

Los conductores de protección irán bajo los mismos tubos que los conductores de fase y las conexiones se realizarán por medio de empalmes, por piezas de conexión de apriete por rosca.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases.

La instalación deberá presentar una resistencia de aislamiento por lo menos igual a 1000 x U ohmios, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250000 ohmios.

La rigidez dieléctrica de una instalación, ha de ser tal, que desconectados los aparatos de utilización, resista durante un minuto una prueba de tensión de 2U + 1000 voltios a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1500 V.



En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de por lo menos 3 cm.

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegando el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados.

Otros criterios para la elección del cable

Para la elección del cable se harán también las siguientes consideraciones:

- El aislamiento del cable ha de ser tal que asegure en su parte conductora una continuidad eléctrica duradera. Normalmente el aislamiento del cable se determina con los picos de tensión que este tiene que soportar en cualquier momento.
- La sección del cable a colocar en el alumbrado normalmente la determina la caída de tensión (si la longitud no es pequeña). La sección de los conductores de fuerza la determina la corriente a transportar y el calentamiento que esta puede producir, de tal forma que nunca se superen temperaturas determinadas por encima de las cuales el cable se deteriora.
- El cable elegido, teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, será capaz de soportar los cortocircuitos que puedan producirse, mejor que cualquier otra parte de la instalación.
Se preverá que la temperatura y los esfuerzos electrodinámicos producidos por el cortocircuito, no deterioren en ningún momento el cable.

Código de colores

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizara por los colores que presenten sus aislamientos. Al conductor de protección se le identificara por el color verde-amarillo. El conductor neutro se identificara por el color azul. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificaran por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases, se utilizara también el color gris.

1.6.5 Sistemas de canalización

Las canalizaciones eléctricas son los elementos utilizados para conducir los conductores eléctricos entre las diferentes partes de la instalación eléctrica. Las instalaciones eléctricas persiguen proveer de resguardo, seguridad a los conductores a la vez de propiciar un camino adecuado por donde colocar los conductores.

En general, las canalizaciones se pueden agrupar en cuatro grandes apartados:



- Canalizaciones fijas: Son aquellas en las que es preciso desconectar la instalación para su modificación, lo que requiere trabajos de desmontaje. Estas canalizaciones alimentan aparatos fijos. Un ejemplo sería la instalación de un edificio.
- Canalizaciones semifijas: El desplazamiento de los equipos se efectuara después de dejarlos sin tensión, aunque permanezcan acoplados a la red. Es el caso de algunos equipos de extracción de minería o de obras públicas.
- Canalizaciones semimóviles: Permiten el desplazamiento ocasional de los equipos bajo tensión durante su funcionamiento. Alimentan aparatos semimóviles, tales como lámparas de pie o maquinas de oficina.
- Canalizaciones móviles: Permiten el desplazamiento de los equipos en tensión durante su funcionamiento. Alimentan aparatos móviles. Por ejemplo, grúas, ascensores, montacargas, equipos de maquinas de extracción de minería, cabezales de trabajo de equipos industriales, herramientas portátiles, etc.

Evidentemente, la naturaleza de la canalización determina el tipo de cable adecuado al servicio de que se trate.

En el presente proyecto se ha de utilizar canalización fija. Algunas de estas variantes son: conductores desnudos colocados sobre aisladores, conductores aislados colocados sobre aisladores, conductores aislados bajo molduras, conductores aislados fijados directamente sobre las paredes, etc.

Cuando las canalizaciones pasen a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, se realizara de acuerdo con prescripciones tales como: las canalizaciones estarán protegidas contra deterioros mecánicos, en toda la longitud de los pasos no habrá empalmes o derivaciones, se utilizaran tubos no obturados, etc.

La solución más empleada hoy en día es la de conductores aislados sobre bandejas o a través de tubos.

Tubos protectores

En el mercado actual existen muchas clases de tubos. Dependiendo de las actividades que se desarrollen en cada zona y del lugar por donde vayan a ser colocados se podrán elegir algunas de estas opciones: tubos metálicos rígidos blindados, tubos metálicos rígidos blindados con aislamiento interior, tubos aislantes rígidos normales curvables, tubos aislantes flexible normal, tubo PVC rígido, etc.

A la hora de calcular el diámetro mínimo de los tubos protectores que contienen a las diversas líneas de la instalación se debe tener en cuenta el número, tipo y sección de los conductores, así como el tipo de instalación. Para ello, en la instrucción complementaria ITC-BT 21, se establecen una serie de tablas con los diámetros mínimos de los tubos protectores, en función de los factores antes citados.



Los tubos deberán soportar como mínimo sin deformación alguna, 60 grados centígrados para los tubos aislantes constituidos por PVC o polietileno y 70 grados centígrados para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado.

Canalización bajo tubos protectores

Para la colocación de las canalizaciones bajo tubos protectores tendremos que tener en cuenta las consideraciones siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originaran reducciones de sección admisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados estos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes.
- Las conexiones entre conductores se realizaran en el interior de cajas apropiadas de material aislante.

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijaran a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas. La distancia entre estas será, como máximo, de 0,5 metros.
- Es conveniente disponer de tubos normales, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,5 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 centímetros.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o “T” apropiados.

La elección definitiva de los tubos con sus diámetros correspondientes esta especificada en el documento cálculos del presente proyecto.

Normas para la elección de los tubos



Para la elección del tubo protector de los conductores de distribución se ha atendido a lo dispuesto en la ITC BT 21 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

- Los diámetros de los tubos se eligen de acuerdo a las tablas que aparecen en la ITC BT 21 del citado reglamento. En estas tablas viene expresado el diámetro exterior mínimo en función del número, clase y sección de los conductores que ha de alojar, según el sistema de instalación y la clase de los tubos.
- Para tubos en canalizaciones fijas en superficie, para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 2,5 veces la sección total ocupada por los conductores.
- Para tubos en canalizaciones empotradas, para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 3 veces la sección total ocupada por los conductores.
- Para canalizaciones aéreas o con tubos al aire, para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 4 veces la sección total ocupada por los conductores.
- Para tubos en canalizaciones enterradas, para más de 10 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 4 veces la sección total ocupada por los conductores.
- El trazado de las canalizaciones se hará preferentemente siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan los conductores.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados estos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes y que en tramos rectos nos estarán separados entre sí más de 25 metros. Las conexiones entre los conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante.

1.6.6 Proceso para el cálculo de secciones

1. Se diferencian los cálculos de fuerza y alumbrado.
2. Se determinan las intensidades que circulan por cada tramo.
3. Se calcula la sección según la intensidad admisible, es decir, utilizando el criterio térmico, con ayuda de las tablas del REBT.
4. Se calculan las caídas de tensión en los distintos tramos teniendo en cuenta las condiciones más desfavorables de longitud e intensidad que pueden darse.
5. Si la caída de tensión en ese tramo es mayor que la fijada, procederemos a tomar un conductor de sección superior, y volveremos a repetir el cálculo de la



caída de tensión, hasta que esté dentro de los márgenes que nos fijan. Éste será el criterio de la caída de tensión.

La caída de tensión por línea depende de donde se encuentre ésta y de la función a la que ha sido encomendada. Así, para la derivación individual, que es la línea que une el transformador con el cuadro general de distribución, es permitida una caída de tensión tal que para la fuerza y el alumbrado se permiten un 6,5 % y un 4,5 % de la tensión nominal respectivamente. Los cálculos se basan en las siguientes fórmulas:

Monofásica:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{C \cdot U}$$

S: sección (mm²)

L: longitud del cable (m)

C: conductividad del cobre (56)

U: caída de tensión

I: intensidad nominal (A)

Trifásica:

$$S = \frac{L \cdot I}{C \cdot U}$$

S: sección (mm²)

L: longitud del cable (m)

C: conductividad del cobre (56)

U: caída de tensión (V)

I: intensidad nominal (A)

1.6.7 Cuadros eléctricos y conducciones de las líneas

Caja general de protección

Alojan los elementos de protección de las líneas generales de alimentación. En el caso de edificios que alberguen en su interior un centro de transformación para distribución en baja tensión, los fusibles del cuadro de baja tensión de dicho centro podrán utilizarse como protección de la línea general de alimentación, desempeñando la función de caja general de protección.

Cuadros eléctricos



El cuadro eléctrico es el punto de paso de la corriente eléctrica y en el que se deben instalar los dispositivos generales e individuales de mando y protección de una instalación eléctrica.

La instalación debe subdividirse convenientemente, de forma que una avería en algún punto de la misma solo afecte a un sector limitado de ella. Este hecho se consigue mediante la colocación de dispositivos de protección coordinados y diseñados de forma que se asegure la selectividad necesaria de la instalación. En este sentido se recomienda un sistema de cuadros que incluya:

- Un cuadro general de distribución, del que partirán las líneas que distribuyen la energía hasta los cuadros secundarios.
- Una serie de cuadros secundarios de distribución, derivados de los anteriores. De estos cuadros secundarios, si fuese necesario, podrán derivarse a su vez otros cuadros.

El cuadro general de distribución deberá instalarse en una zona de servicio a la que no tenga acceso al público, a poder ser en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o derivación individual y se colocaran junto o sobre él, los dispositivos de mando y protección que se establecen en el apartado siguiente. Estos cuadros estarán separados de los locales donde exista un peligro de incendio por medio de elementos a prueba de incendios y puertas resistentes al fuego.

Los cuadros secundarios, se instalaran en lugares a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro de incendio o de pánico.

Todos los cuadros deberán disponer de los correspondientes cierres de seguridad que impidan que personas ajenas al equipo de mantenimiento pudieran manipular en su interior.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán los siguientes:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuito. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos; salvo que la protección contra contactos indirectos se efectúe mediante otros dispositivos de acuerdo con la ITC-BT-24.
- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores del local.



- Dispositivos de protección contra sobretensiones según ITC-BT-23 si fuese necesario.

Si por el tipo de instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

Características de los circuitos

De los cuadros generales saldrán las líneas que alimentan directamente aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución que conectaran los cuadros secundarios de distribución, de los que partirán los distintos circuitos alimentadores.

Deberán preverse circuitos distintos para las partes de la instalación que es necesario controlar separadamente, tales como alumbrado, tomas de corriente, alimentación de la maquinaria, etc., de forma que no se vean afectados dichos circuitos por el fallo de otros, o incluso por su normal funcionamiento como consecuencia de las perturbaciones que se pueden introducir en la red por parte de algunos receptores.

Todos los circuitos deben quedar identificados en sus puntos extremos, así como en las cajas mediante etiquetas donde vendrá indicado, de manera clara, indeleble y permanente, su destino, cuadro de procedencia e interruptor que le protege.

Además para distribución de los circuitos interiores se deberá seguir la pauta marcada en los siguientes puntos:

- Se deben instalar uno o varios interruptores diferenciales, garantizando la protección con sensibilidad máxima de 30 mA en todos los circuitos que estén al acceso de personas (en aquellos otros en los que no sea posible el contacto indirecto, por ejemplo, tramos enterrados, tramos entre cuadros inaccesibles, etc., o en aquellos en los que la continuidad del suministro sea fundamental, podrá admitirse el empleo de diferenciales de sensibilidad 300 mA o superior).
- En los receptores especialmente problemáticos (ya sea por el tipo de corriente que generan, por su potencia, por la probabilidad de fallos de aislamiento, por la posibilidad de fugas, etc.) se optará por utilizar un diferencial para cada receptor, con el objeto de que la actuación del mismo no suponga la desconexión de otras partes de la instalación.
- En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público en general (por ejemplo, vestíbulos, pasillos, corredores, salas de espera y salas de juntas), el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar, deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas. Cada una de estas líneas estarán protegidas en su origen contra sobrecargas, cortocircuitos y contra contactos indirectos.



- Los circuitos para el alumbrado de seguridad, en el caso que alimenten aparatos autónomos, podrán estar conectados al circuito de alumbrado normal, debiendo existir un interruptor manual que permita la desconexión del alumbrado normal sin desconectar el alumbrado de emergencia.

1.6.8 Soluciones adoptadas

Conductores:

Según las características de los elementos a alimentar, ubicación etc, elegiremos el tipo de cable adecuado para cada situación. El material empleado será el cobre para toda la instalación.

A continuación se expone los tipos de cable empleado para cada parte de la instalación:

Derivación individual e instalación interior:

Marca: Prysmian

Código: RZ1-K (AS)

Modelo: Afumex 1000V Iris tech

Tensión nominal: 0,6/1KV

Características:

Conductor:

Metal: Cobre electrolítico recocido.

Flexibilidad: Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

Aislamiento:

Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3.

Colores: Amarillo/verde, azul, gris, marrón y negro; según UNE 21089-1.

Cubierta:

Material: Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1.

Color: Verde, con franja de color identificativa de la sección y que permite escribir sobre la misma para identificar circuitos.

Alumbrado de emergencia:

Marca: Prysmian

Código: SZ1-K (AS+)

Modelo: Afumex firs 1000 V (AS+)

Tensión nominal: 0,6/1KV

Características:

Conductor:



Metal: Cobre electrolítico recocido.

Flexibilidad: Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 90°C en servicio permanente, 250°C en cortocircuito.

Aislamiento:

Material: Mezcla especial termoestable, cero halógenos, tipo AFUMEX:

– Silicona hasta 25 mm² (SZ1-K).

– Cinta vidrio-mica + XLPE a partir de 35 mm² (RZ1-K mica)

Colores: Amarillo/verde, azul, gris, marrón, negro; según UNE 21089-1.

Cubierta:

Material: Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1.

Color: Naranja.

Tendrán sección suficiente para las caídas de tensión, conforme al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y contada desde el origen de la instalación no excedan del 4,5 % para el alumbrado y del 6,5 % para la fuerza, siendo las intensidades admisibles por los conductores, en todos los casos, siempre superiores a las máximas previsibles para el circuito de la instalación.

Las secciones adoptadas, se justifican en el documento CÁLCULOS del presente proyecto, tanto por lo que se refiere a intensidades admisibles como a caídas de tensión.

Canalizaciones:

Tendrán que cumplir con los requisitos establecidos en la ITC-BT-21, los diámetros de los tubos de toda la instalación están en el documento CÁLCULOS del presente proyecto, en el apartado 2.4.3.

Derivación individual:

La derivación individual parte desde el centro de transformación, concretamente desde el cuadro de baja tensión del mismo y va hasta el cuadro general de distribución y mando situado cerca de la entrada de la nave. Está constituida por conductores aislados enterrados bajo tubo de PVC de 200 mm de diámetro. Como tiene más de 40 m de longitud, tal y como indica la ITC-BT 07, se dispondrá de una arqueta de registro de 400x400x400 mm para facilitar el tendido de los cables.

Líneas generales:

Son las líneas que parten del cuadro general de protección y mando y alimentan los distintos cuadros secundarios. La canalización se realizará sobre bandeja de rejilla de acero electrosoldada 300x 100 mm y galvanizada situada a 2,7 metros de altura y rodeando las distintas partes de la empresa. Las líneas partirán



del cuadro general de protección y mando en tubo de acero galvanizado de 50 mm de diámetro grapado a la pared hasta llegar a la bandeja portacables, de ahí irán a cada cuadro secundario donde se bajarán para llegar a cada cuadro mediante tubo de acero galvanizado de 50 mm de diámetro pegado a la pared.

Líneas secundarias:

Son las que parten de cada cuadro secundario hasta el receptor final. De cada cuadro secundario partirán las líneas en tubo de acero galvanizado de 50 mm de diámetro hasta la bandeja portacables hasta llegar a su receptor correspondiente. En el caso de la maquinaria, de la bandeja se bajarán los conductores directamente a cada máquina bajo tubo flexible. En el caso de los receptores de alumbrado, de la bandeja se conducirán los cables a cada receptor bajo tubo flexible.

Finalmente, en la zona de oficinas no habrá bandeja portacables, sino que los conductores irán a través de tubos de PVC que irán a través de falso techo.

El lugar exacto por donde se han de colocar todas las líneas que van sobre la bandeja, así como en el interior de tubos protectores, vienen representados en el documento planos del presente proyecto.

Cajas y cuadros:

Caja general de protección

En nuestro caso, tenemos un centro de transformación para distribución en baja tensión, por lo tanto, el cuadro de baja tensión del centro de transformación hace las funciones de caja general de protección. De él parte de la derivación individual hasta el cuadro general de protección y mando.

Cuadro general de protección y mando

Está situado cerca de la entrada de la nave, hasta el llega la derivación individual y de él parten las distintas líneas hasta los diferentes cuadros secundarios.

Cuadros secundarios

De los diferentes cuadros secundarios partes las diferentes líneas hasta cada unos de los receptores.

Circuitos:



Nuestra instalación quedará distribuida de la siguiente forma:

Cuadro general de distribución y mando:

CGD						
Línea	Descripción	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro (mm ²)	CP(mm ²)	Designación
CGD 1	cuadro aux.1	Bandeja	35	35	16	4x35+1G16
CGD 2	cuadro aux.2	Bandeja	25	25	16	4x25+1G16
CGD 3	cuadro aux.3	Bandeja	16	16	16	5G16
CGD 4	cuadro aux.4	Bandeja	10	10	10	5G10
CGD 5	cuadro aux.5	Bandeja	6	6	6	5G6

Cuadro auxiliar 1:

Cuadro aux. 1						
Línea	Descripción	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro (mm ²)	CP(mm ²)	Designación
C.A.1.1	1.Torno	Bandeja	1,5	1,5	4	4x1,5+1G4
C.A.1.2	2.Torno	Bandeja	1,5	1,5	4	4x1,5+1G4
C.A.1.3	3.Fresadora	Bandeja	4	4	4	5G4
C.A.1.4	4.Torno	Bandeja	6	6	6	5G6
C.A.1.5	5.Torno	Bandeja	1,5	1,5	4	4x1,5+1G4
C.A.1.6	6.Sierra	Bandeja	1,5	1,5	4	4x1,5+1G4
C.A.1.7	7.Sierra	Bandeja	1,5	1,5	4	4x1,5+1G4
C.A.1.8	Tomas de corriente monofásica	Bajo tubo	2,5	2,5	4	2x2,5+1G4
C.A.1.9	Tomas de corriente trifásica	Bajo tubo	2,5	2,5	4	4x2,5+1G4

Cuadro auxiliar 2:

Cuadro aux. 2						
Línea	Descripción	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro (mm ²)	CP(mm ²)	Designación
C.A.2.1	8.Afiladora	Bandeja	1,5	1,5	4	4x1,5+1G4
C.A.2.2	9.Brochadora vertical 1	Bandeja	1,5	1,5	4	4x1,5+1G4
C.A.2.3	10.Brochadora vertical 2	Bandeja	1,5	1,5	4	4x1,5+1G4
C.A.2.4	11.Batería taladros	Bandeja	1,5	1,5	4	4x1,5+1G4
C.A.2.5	12.Fresadora	Bandeja	1,5	1,5	4	4x1,5+1G4
C.A.2.6	13.Batería taladros	Bandeja	1,5	1,5	4	4x1,5+1G4
C.A.2.7	14.Taladro	Bandeja	1,5	1,5	4	4x1,5+1G4
C.A.2.8	15.Roscadora	Bandeja	1,5	1,5	4	4x1,5+1G4
C.A.2.9	16.Esmeriladora	Bandeja	1,5	1,5	4	4x1,5+1G4



C.A.2.1 0	17.Rectificadora	Bandeja	1,5	1,5	4	4x1,5+1G4
C.A.2.1 1	18.Rectificadora	Bandeja	1,5	1,5	4	4x1,5+1G4
C.A.2.1 2	19.Máquina rebarbas	Bandeja	1,5	1,5	4	4x1,5+1G4
C.A.2.1 3	20.Máquina de pulir	Bandeja	1,5	1,5	4	4x1,5+1G4
C.A.2.1 4	21.Compresor	Bandeja	1,5	1,5	4	4x1,5+1G4
C.A.2.1 5	22.Máquina insertos móvil	Bandeja	1,5	1,5	4	4x1,5+1G4
C.A.2.1 6	Tomas de corriente monofásica	Bajo tubo	2,5	2,5	4	2x2,5+1G4
C.A.2.1 7	Tomas de corriente trifásica	Bajo tubo	2,5	2,5	4	4x2,5+1G4

Cuadro auxiliar 3:

Cuadro aux. 3						
Línea	Descripción	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro(mm ²)	CP(mm ²)	Designación
C.A.3.1	Iluminación taller Parte 1	Bandeja+tubo	4	4	4	3G4
C.A.3.2	Iluminación taller Parte 2	Bandeja+tubo	4	4	4	3G4
C.A.3.3	Iluminación taller Parte 3	Bandeja+tubo	2,5	2,5	4	2x2,5+1G4
C.A.3.4	Iluminación emergencia nave 5 lum.(taller)	Bandeja+tubo	1,5	1,5	4	2x1,5+1G4
C.A.3.5	Iluminación emergencia nave 6 lum.(taller)	Bandeja+tubo	1,5	1,5	4	2x1,5+1G4
C.A.3.6	23.Puente grua 5tn	Bandeja+tubo	1,5	1,5	4	4x1,5+1G4

Cuadro auxiliar 4:

Cuadro aux. 4						
Línea	Descripción	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro(mm ²)	CP(mm ²)	Designación
C.A.4.1	Iluminación planta baja Parte 1	Bajo tubo	1,5	1,5	4	2x1,5+1G4
C.A.4.2	Iluminación planta baja Parte 2	Bajo tubo	1,5	1,5	4	2x1,5+1G4



C.A.4.3	Iluminación planta baja Parte 3	Bajo tubo	1,5	1,5	4	2x1,5+1G4
C.A.4.4	Iluminación emergencia planta baja,escaleras	Bajo tubo	1,5	1,5	4	2x1,5+1G4
C.A.4.5	Tomas de corriente monofásica	Bajo tubo	2,5	2,5	4	2x2,5+1G4
C.A.4.6	Tomas de corriente monofásica Limpieza	Bajo tubo	2,5	2,5	4	2x2,5+1G4

Cuadro auxiliar 5:

Cuadro aux. 5						
Línea	Descripción	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro (mm ²)	CP(mm ²)	Designación
C.A.5.1	Iluminación 1º piso Parte 1	Bajo tubo	1,5	1,5	4	2x1,5+1G4
C.A.5.2	Iluminación 1º piso Parte 2	Bajo tubo	1,5	1,5	4	2x1,5+1G4
C.A.5.3	Iluminación 1º piso Parte 3	Bajo tubo	1,5	1,5	4	2x1,5+1G4
C.A.5.4	Iluminación emergencia 1º piso	Bajo tubo	1,5	1,5	4	2x1,5+1G4
C.A.5.5	Iluminación 2º piso Parte 1	Bajo tubo	1,5	1,5	4	2x1,5+1G4
C.A.5.6	Iluminación 2º piso Parte 2	Bajo tubo	1,5	1,5	4	2x1,5+1G4
C.A.5.7	Iluminación 2º piso Parte 3	Bajo tubo	1,5	1,5	4	2x1,5+1G4
C.A.5.8	Iluminación emergencia 2º piso	Bajo tubo	1,5	1,5	4	2x1,5+1G4
C.A.5.9	Tomas corriente monofásica	Bajo tubo	2,5	2,5	4	2x2,5+1G4

Cuadro de baja tensión:

Cuadro BT						
Línea	Descripción	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro (mm ²)	CP(mm ²)	Designación
DI	Derivación Individual	Enterrada bajo tubo	400	185	-	3x400+1x185



C.B.T.1	Iluminación CT	Bajo tubo	1,5	1,5	4	4x1,5+1G4
C.B.T.2	Iluminación emergencia CT	Bajo tubo	1,5	1,5	4	4x1,5+1G4
C.B.T.3	Tomas corriente	Bajo tubo	2,5	2,5	4	4x2,5+1G4
Bcond	Batería de condensadores	Bajo tubo	70	70	35	4X70+1G35



1.7 PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN

1.7.1 Introducción

Toda instalación eléctrica tiene que estar dotada de una serie de protecciones que la hagan segura, tanto desde el punto de vista de los conductores y los aparatos a ellos conectados, como de las personas que han de trabajar en ella.

En las instalaciones de baja tensión, y de acuerdo con las instrucciones 22, 23 y 24 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, debemos considerar las siguientes protecciones:

- Protección de la instalación:
 - Contra sobrecargas.
 - Contra cortocircuitos.
- Protección de las personas:
 - Contra contactos directos.
 - Contra contactos indirectos.

1.7.2 Dispositivos de protección eléctrica

Los dispositivos utilizados en el presente proyecto son una combinación entre interruptores diferenciales e interruptores magnetotérmicos.

- *Interruptor diferencial:* El interruptor diferencial es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de proteger a las personas de las derivaciones causadas por faltas de aislamiento entre los conductores y tierra o masa de los aparatos. Es un interruptor que tiene la capacidad de detectar la diferencia entre la corriente de entrada y salida en un circuito. Cuando esta diferencia supera un valor determinado (sensibilidad), para el que está calibrado (30 mA, 300 mA, etc.), el dispositivo abre el circuito, interrumpiendo el paso de la corriente a la instalación que protege. En esencia, el interruptor diferencial consta de dos bobinas, colocadas en serie con los conductores que producen campos magnéticos opuestos y un núcleo o armadura que mediante un dispositivo mecánico puede accionar unos contactos. Cuando las corrientes de entrada y salida no son iguales, los flujos creados por ambas corrientes en las bobinas dejan de ser iguales y el flujo diferencial entre ellas crea una corriente i que activa el electroimán que a su vez posibilita la apertura de los contactos del interruptor.
- *Interruptor magnetotérmico:* El interruptor magnetotérmico es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de protegerlas frente a las intensidades excesivas, producidas como consecuencia



de cortocircuitos o por el excesivo número de elementos de consumo conectados a ellas. Su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica en un circuito: el magnético y el térmico (efecto Joule). El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va hacia la carga.

Al circular la corriente el electroimán crea una fuerza que, mediante un dispositivo mecánico adecuado, tiende a abrir un contacto, pero sólo podrá abrirlo si la intensidad que circula por la carga sobrepasa el límite de intervención fijado. Este nivel de intervención suele estar comprendido entre 3 y 20 veces la intensidad nominal (la intensidad de diseño del interruptor magnetotérmico) y su actuación es de aproximadamente unas 25 milésimas de segundo, lo cual lo hace muy seguro por su velocidad de reacción. Esta es la parte destinada a la protección frente a los cortocircuitos, donde se produce un aumento muy rápido y elevado de corriente.

La otra parte está constituida por una lámina bimetálica, que al calentarse por encima de un determinado límite, sufre una deformación y provoca la apertura de un contacto. Esta parte es la encargada de proteger de corrientes que, aunque son superiores a las permitidas por la instalación, no llegan al nivel de intervención del dispositivo magnético. Esta situación es típica de una sobrecarga, donde el consumo va aumentando conforme se van conectando aparatos.

1.7.3 Protección de la instalación

Los dispositivos de protección tienen por finalidad registrar de forma selectiva las averías y separar las partes de la instalación defectuosa, así como para limitar las sobreintensidades.

Cuando se disponen varios interruptores en serie, generalmente se requiere que estos sean selectivos. Un dispositivo de protección se considera selectivo cuando solamente dispara el interruptor inmediatamente anterior al punto defectuoso, tomando como base el sentido de flujo de la energía. En caso de fallar el interruptor, tiene que actuar otro de orden superior.

Se entiende por tiempo de escalonamiento, el intervalo necesario para que dispare con seguridad sólo el elemento de protección anterior al punto de defecto.

Las características de disparo de los diversos elementos de protección no deben entrecruzarse.

1.7.3.1 Protección contra sobrecargas

Se denomina sobrecarga, al paso de una intensidad superior a la nominal de la instalación. Esta intensidad superior a la nominal, no producirá daños en la instalación si su duración es breve.



Se comprende que producirá grandes daños si su duración es larga, pues los aparatos receptores y conductores no están preparados para soportar este incremento de temperatura a la que se verán sometidos como consecuencia del aumento de la intensidad.

La consecuencia más directa de la sobrecarga, es una elevación de la temperatura, que por otra parte es la causa directa de los desperfectos que pueda ocasionar la sobrecarga en la instalación.

Los dispositivos de protección, deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que ésta pueda provocar calentamiento que afecte al aislamiento, las conexiones, los terminales, o el medio ambiente.

Las protecciones que se utilizan contra las sobrecargas, se tratan esencialmente de una protección térmica, o sea, basada en la medición directa o indirecta de la temperatura del objeto que se ha de proteger, permitiendo además la utilización racional de la capacidad de sobrecarga de este mismo objeto.

Debe instalarse un dispositivo que asegure la protección contra las sobrecargas en los lugares en que un cambio trae consigo una reducción del valor de la corriente admisible de los conductores, por ejemplo, un cambio de sección, de naturaleza, de modo de instalación, etc.

Según instrucción 22 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, los dispositivos de protección contra sobrecargas serán fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o interruptores automáticos con curva térmica de corte.

1.7.3.2 Protección contra cortocircuitos

Se produce un cortocircuito en un sistema de potencia, cuando entran en contacto, entre si o con tierra, conductores correspondientes a distintas fases. Normalmente las corrientes de cortocircuito son muy elevadas, entre 5 y 20 veces el máximo de la corriente de carga en el punto de falta.

La corriente de cortocircuito es la corriente que fluye por el punto en que se ha producido el cortocircuito y mientras tenga duración este. La corriente de cortocircuito transcurre, generalmente, en un principio de forma asimétrica con respecto a la línea cero y contiene una componente alterna y otra continua. La componente de corriente alterna se amortigua hasta alcanzar el valor de la intensidad permanente de cortocircuito. La componente de corriente continua se atenúa hasta anularse completamente. Las principales características de los cortocircuitos son:

- Su duración: autoextinguible, transitorio o permanente.
- Su origen: originados por factores mecánicos (rotura de conductores, conexión eléctrica accidental entre dos conductores producida por un objeto conductor extraño, como herramientas o animales), debidos a sobretensiones eléctricas de origen interno o atmosférico, causados por la degradación del aislamiento provocada por el calor, la humedad o un ambiente corrosivo.
- Su localización: dentro o fuera de una maquina o tablero eléctrico.



Desde otro punto de vista, los cortocircuitos pueden ser: monofásicos (el 80 % de los casos), bifásicos (el 15% de los casos) y trifásicos (solo el 5 % de los casos). Los bifásicos suelen degenerar en trifásicos.

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, admite como dispositivo de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación.

Se admite, no obstante que, cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecarga, mientras que un solo dispositivo general, pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Los dispositivos de protección deben ser previstos para interrumpir toda la corriente del cortocircuito en los conductores, antes que ésta pueda causar daños como consecuencia de los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.

Todo dispositivo que asegure la protección contra cortocircuito debe responder a las dos siguiente condiciones:

1. Su poder de ruptura debe ser por lo menos, igual a la corriente de cortocircuito presunta en el punto en que se encuentra instalado. Puede admitirse un dispositivo de poder de ruptura inferior, si hay instalado por delante otro con el poder de ruptura necesario y están coordinados, de forma que la energía que dejan pasar no sea superior a la que soporta sin daño el segundo dispositivo y las canalizaciones protegidas por él.
2. El tiempo de ruptura de toda corriente resultante de un cortocircuito producido en un punto cualquiera del circuito, no debe ser superior al tiempo que se requiera para llevar la temperatura de los conductores al límite admisible.

Consecuencias de los cortocircuitos

Depende de la naturaleza y duración de los defectos, del punto de la instalación afectado y de la magnitud de la intensidad.

Según el lugar del defecto, la presencia de un arco puede:

- Degradar los aislantes.
- Fundir los conductores.
- Provocar un incendio o representar un peligro para las personas.

Según el circuito afectado, pueden presentarse:

- Sobreesfuerzos electrodinámicos con deformación de los juegos de barras y arrancado o desprendimiento de los cables.



Puede haber un sobrecalentamiento debido al aumento de pérdidas por efecto Joule, con riesgo de deterioro de los aislantes.

Para los otros circuitos eléctricos de la red afectada o redes próximas:

- Bajadas de tensión durante el tiempo de la eliminación del defecto, de algunos milisegundos a varias centenas de milisegundos.
- Desconexión de una parte más o menos importante de la instalación, según el esquema y la selectividad de sus protecciones.
- Inestabilidad dinámica y pérdida de sincronismo de las máquinas.
- Perturbaciones en los circuitos de mando y control.

1.7.3.3 Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el diseño de una instalación y elegir adecuadamente los dispositivos de protección debemos conocer las corrientes de cortocircuito máximas y mínimas en los distintos niveles.

Corriente de cortocircuito máxima

Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en los bornes de salida del dispositivo de protección, considerando la configuración de la red y el tipo de cortocircuito de mayor aporte. En general, en las instalaciones de baja tensión el tipo de cortocircuito de mayor aporte es el trifásico.

Estas corrientes se utilizan para determinar:

- El poder de corte y de cierre de los interruptores.
- Los esfuerzos térmicos y electrodinámicos en los componentes.

El valor de la corriente de cortocircuito máxima se obtiene de la siguiente relación:

$$I_{cc_{\max}} = \frac{C \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot |Z_d|} \text{ (Líneas _ trifásicas)} \qquad I_{cc_{\max}} = \frac{C \cdot U_n}{2 \cdot |Z_d|} \text{ (Líneas _ monofásicas)}$$

Donde:

$I_{cc_{\max}}$: Corriente de cortocircuito eficaz en A.

C: Variación de tensión. Su valor para instalaciones de baja tensión, a 230/400 V es de 1.

U_n : Tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

Z_d : Impedancia directa por fase de la red aguas arriba del defecto en ohmios.



Una vez que se ha calculado la corriente de cortocircuito máximo, se obtiene el poder corte, que deberá cumplir la siguiente condición:

$$pdc \geq I_{cc_{\max}}$$

Siendo pdc el poder de corte de los interruptores magnetotérmicos.

Corriente de cortocircuito mínima

Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en el extremo del circuito protegido, considerando la configuración de la red y el tipo de cortocircuito de menor aporte. En las instalaciones de baja tensión los tipos de cortocircuito de menor aporte son el fase-neutro (circuitos con neutro) o entre dos fases (circuitos sin neutro).

Estas corrientes se utilizan para determinar:

- El ajuste de los dispositivos para la protección de los conductores frente a cortocircuito.
- Tipo de curva del interruptor magnetotérmico.

Esta corriente se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc_{\min}} = \frac{C \cdot U_n \cdot \sqrt{3}}{|2 \cdot Z_{d_nueva} + Z_o|}$$

Donde:

$I_{cc_{\min}}$: Corriente de cortocircuito eficaz en A.

C: Variación de tensión. Su valor para instalaciones de baja tensión, a 230/400 V es de 0,95.

U_n : Tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

Z_{d_nueva} : Impedancia directa en ohmios, teniendo en cuenta la temperatura de cortocircuito que es de 250°C.

Z_o : Impedancia homopolar en ohmios.

Una vez calculada la corriente de cortocircuito mínima, antes de elegir el tipo de curva del interruptor magnetotérmico es necesario calcular su calibre (intensidad nominal). Se acota del siguiente modo:

$$I_{\text{cálculo}} \leq I_{\text{nominal}} \leq I_{\text{admisible}}$$

Donde:



- **$I_{\text{cálculo}}$** : Es la intensidad prevista partiendo de la previsión de cargas que va a ser alimentada por la línea en la que está la protección, su tensión y el factor de potencia. Por tanto se puede determinar de la siguiente manera:

$$I_{\text{cálculo}} = \frac{P}{\sqrt{3} \times v \times \cos \varphi}$$

- **$I_{\text{admisible}}$** : Es la máxima intensidad que puede circular por el cable sin que sufra daños irreversibles. Se obtiene de la tabla 1 de la instrucción 19 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Dentro del intervalo que nos ofrecen estos dos valores se escoge el que más convenga dentro de los valores normalizados.

Finalmente ya se puede conocer el tipo de curva del interruptor magnetotérmico de la siguiente manera:

- I_{ccmin} Mayor o igual que $5 \cdot I_n \rightarrow$ La curva es de tipo B.
- I_{ccmin} Mayor o igual que $10 \cdot I_n \rightarrow$ La curva es de tipo C.
- I_{ccmin} Mayor o igual que $20 \cdot I_n \rightarrow$ La curva es de tipo D.

Calculo de las impedancias

- Calculo de Z_d (impedancia directa)

Cada constituyente de una red de baja tensión se caracteriza por una impedancia Z compuesta de:

- un elemento resistivo puro R .
- un elemento inductivo puro X , llamado reactancia.

El método consiste en descomponer la red en trozos y en calcular para cada uno de ellos los valores de R y X ; después se suman aritméticamente por separado.

$$Z_d = Z_a + Z_T + Z_L + Z_{aut}$$

- Calculo de Z_a



Esta impedancia representa la línea de media o alta tensión que llega al transformador. La potencia de cortocircuito de la red es un dato de la compañía distribuidora de energía, en este caso será de 400 MVA.

Despreciando la resistencia frente a la reactancia se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba llevada al secundario del transformador:

$$Z_a = X = \frac{U^2}{S_{cc}}$$

Donde:

U: Tensión en vacío del secundario del transformador en voltios.

S_{cc}: Potencia de cortocircuito en MVA.

Z_a: Impedancia aguas arriba del defecto en jΩ. Es totalmente inductiva.

- Calculo de Z_T

Esta impedancia representa al transformador de distribución. Para el cálculo aproximado, se puede igualmente despreciar la resistencia debida a las pérdidas en el cobre según la relación:

$$Z_T = X = U_{cc} \cdot \frac{U^2}{S}$$

Donde:

U: Tensión en vacío entre fases en V.

U_{cc}: Tensión de cortocircuito en %.

S: Potencia nominal del transformador en kVA.

Z_T: Impedancia del transformador en jΩ. Es totalmente inductiva.

La resistencia del transformador se puede considerar despreciable. La resistencia y reactancia de toda la aparamenta de alta tensión también lo podemos considerar despreciable.

- Calculo de Z_L

Esta impedancia representa a los conductores de la instalación. La resistencia de los conductores se calculará según la fórmula:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$



Donde:

R: Resistencia del conductor en ohmios.

ρ : Resistividad del material. La de un conductor de cobre a 20°C es de 0,01724 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ y la de un conductor de aluminio a 20°C es de 0,02857 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

L = Longitud del conductor.

S = Sección por fase del conductor.

Para secciones iguales o inferiores a 150 mm² se podrá despreciar siempre la reactancia de la línea.

- Calculo de Z_{aut}

Esta impedancia representa los automatismos (protecciones, relés, bobinas...) de aguas arriba. El valor de la impedancia de cada automatismo es de 0,15 $\text{jm}\Omega$.

$$Z_{\text{aut}} \approx X_{\text{aut}} = \text{Número_de_automatismos} \cdot 0,15 \text{ jm}\Omega$$

En el número de automatismos se incluye el que se está calculando, así como otros de otra índole, como diferenciales, etc.

- Calculo de $Z_{\text{d_nueva}}$

Con el objetivo de determinar la curva del interruptor magnetotérmico, se procede a calcular la nueva impedancia directa. Para ello se debe tener en cuenta la impedancia directa de la línea más desfavorable, es decir, también hay que tener en cuenta las impedancias aguas abajo. Otra novedad es que para calcular la nueva impedancia de la línea, hay que calcularla a temperatura de cortocircuito (250°C). Para ello se hace la siguiente transposición:

$$Z_{L_250^\circ\text{C}} = Z_{L_20^\circ\text{C}} \cdot (1 + \alpha \Delta T)$$

Donde:

$$\alpha = 4 \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta T = 250^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 230^\circ\text{C}.$$

Por tanto:

$$Z_{\text{d_nueva}} = Z_a + Z_T + Z_{L_250^\circ\text{C}} + Z_{\text{aut}}$$



- Calculo de Z_o (impedancia homopolar).

En este caso también se calcula la impedancia al final de la línea.

$$Z_o = Z_{ao} + Z_{To} + Z_{Lo} + Z_{auto}$$

Donde:

$$Z_{ao} = 0$$

$$Z_{To} = Z_T$$

$$Z_{Lo} = 3 \cdot Z_{L_250^\circ\text{C}}$$

$$Z_{auto} = 3 \cdot Z_{aut}$$

Cálculo del t_{mcicc}

El t_{mcicc} es el tiempo máximo que el conductor puede soportar la intensidad de cortocircuito, y se calcula de la siguiente forma:

$$t_{mcicc} = \frac{C_c \cdot S^2}{I_{ccmin}^2}$$

Donde C_c depende del tipo de material y aislamiento y será en caso de que el conductor sea de cobre 13225 para PVC y 20449 para XLPE. En caso de que el conductor sea de aluminio, 5476 para PVC y 8836 para XLPE.

S será la sección del conductor en mm^2 .

El t_{mcicc} tiene que ser mayor que el tiempo de desconexión, que será 0,1 segundos. Si no se cumple, habrá que elegir una sección mayor.

1.7.4 Protección de las personas

Siempre que existe entre dos puntos una diferencia de potencial y un elemento conductor los une entre sí, se establecerá una corriente eléctrica entre ellos. La circulación de la corriente por las personas se puede producir de dos formas posibles:

- Cuando las personas se pongan en contacto con una parte eléctrica que normalmente estará en tensión (contacto directo) debido a que un conductor descubierto se ha hecho accesible por ruptura, defecto de aislamiento, etc.
- Cuando la persona se pone en contacto con una parte metálica accidentalmente bajo tensión (contacto indirecto), como puede ser la carcasa conductora de un motor o máquina, etc., que puedan quedar bajo tensión por



defecto de aislamiento por confusión en la conexión del conductor de protección con el de fase activa.

Diversos estudios se han realizado para determinar con exactitud, los valores peligrosos en intensidad y tiempo, trazándose de esta forma curvas límites tiempo-corriente para diferentes grados de peligrosidad. En general, valores superiores a 30 mA se ha comprobado que no son peligrosos para el hombre, así como tiempos superiores a 30 ms. Como es lógico, los valores de esta intensidad dependerán de los de la tensión existente y de la resistencia eléctrica del cuerpo humano. Las distintas precauciones que se emplean tenderán a limitar la tensión de contacto.

La tensión límite convencional según la instrucción ITC BT 24 es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales. En ciertas condiciones pueden especificarse valores menos elevados, como por ejemplo 24 V para las instalaciones de alumbrado público.

El Reglamento Electrotécnico para Baja tensión fija unos valores de tensiones máximas de contacto que son:

- En locales o emplazamientos húmedos 24 V.
- En locales secos la tensión será inferior a 50 V.

El grado de peligrosidad de la corriente eléctrica para la persona que pueda establecer contacto directo o indirecto, dependerá de factores fisiológicos, e incluso de su estado concreto en el momento del contacto; sin embargo, al margen de ello, a nivel general, se puede decir que depende del valor de la corriente que pasa por él y de la duración de la misma.

1.7.4.1 Protección contra contactos directos

Para que se pueda considerar correcta la protección contra contactos directos, se tomarán en cuenta las siguientes medidas:

- Alejamiento de las partes activas de la instalación, eliminando la posibilidad de un contacto fortuito con las manos o por la manipulación de objetos conductores cuando estos se utilicen habitualmente cerca de la instalación.
- Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Por ejemplo, armarios eléctricos aislantes o barreras de protección. Si los obstáculos son metálicos, se deben tomar también las medidas de protección previstas contra contactos indirectos en los mismos.
- Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado capaz de conservar sus propiedades con el tiempo.



No se consideran materiales aislantes apropiados la pintura, los barnices, las lacas o productos similares.

En esta instalación se adoptará principalmente el indicado en el tercer apartado, es decir, todos los conductores activos estarán recubiertos por aislamientos apropiados.

1.7.4.2 Protección contra contactos indirectos

Los sistemas de protección contra estos contactos están fundamentados en estos tres principios:

- Impedir la aparición de defectos mediante aislamientos complementarios.
- Hacer que el contacto eléctrico no sea peligroso mediante el uso de tensiones no peligrosas.
- Limitar la duración del contacto a la corriente mediante dispositivos de corte.

Las medidas de protección contra contactos indirectos, pueden ser de las siguientes clases:

- *Clase A:* Esta medida consiste en tomar disposiciones destinadas a suprimir el riesgo mismo, haciendo que los contactos no sean peligrosos, o bien, impidiendo los contactos simultáneos entre las masas y los elementos conductores, entre los cuales puede aparecer una diferencia de potencial peligrosa.
- *Clase B:* Esta medida consiste en la puesta a tierra directa o la puesta a neutro de las masas, asociándola a un dispositivo de corte automático que origine la desconexión de la instalación defectuosa.

Adoptaremos una protección contra contactos indirectos de la clase B, conductores de protección puestos a tierra, combinados con interruptores diferenciales.

Las tomas de tierra tienen como objetivo evitar que cualquier equipo descargue su potencial eléctrico a tierra, a través de nuestro cuerpo. En condiciones normales, cualquier equipo puede tener en sus partes metálicas una carga eléctrica, bien por electricidad estática o bien por una derivación, para evitar precisamente una descarga eléctrica cuando se toca dicho equipo se exige que este tenga sus partes metálicas puestas a tierra.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir de la cual el interruptor diferencial debe desconectar automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.

La elección de la sensibilidad del interruptor diferencial que debe utilizarse en cada caso, viene determinada por la resistencia de tierra de las masas, medida en cada punto de conexión de las mismas. Debe cumplir la relación:



En locales secos:	$R \leq (50 / I_s)$
En locales húmedos o mojados:	$R \leq (24 / I_s)$

Siendo I_s la sensibilidad en miliamperios.

1.7.5 Solución adoptada

La solución adoptada consiste en colocar un interruptor general automático a la entrada del cuadro general de distribución y un interruptor diferencial; a la salida de cada línea se colocará un interruptor magnetotérmico.

En los cuadro auxiliares se colocará un interruptor automático en entrada del cuadro; a la salida de cada línea se colocarán un interruptor magnetotérmico, además de interruptores diferenciales en las diferentes líneas.

Se instalarán interruptores diferenciales de diferentes sensibilidades según sea el caso:

En líneas de fuerza	$I_s = 300\text{mA}$.
En líneas de alumbrado	$I_s = 30\text{ mA}$.

Estos interruptores diferenciales irán asociados a las puestas a tierra de las masas.

Los elementos de protección serán de la marca Schneider Electric. Para su elección se tendrán en cuenta, a parte del calibre y del poder de corte, la selectividad y las curvas de limitación de los mismos que aparecen en los catálogos comerciales.

La protección diferencial se incluye en todas las derivaciones del embarrado y cuadros auxiliares que siguen a estas derivaciones, de forma que no pueda tener lugar ninguna electrocución o defecto peligroso.

La protección diferencial debe ser selectiva para lo cual se debe dotar a los diferenciales situados en cabecera de línea del retraso correspondiente en función de los diferenciales colocados en dichas líneas aguas abajo.

Las características de las protecciones utilizadas son las siguientes:

*Protección magnetotérmica:*Cuadro de Baja Tensión:

Cuadro BT						
Línea	Magnetotérmico	Modelo	Nº de polos	In(A)	PdC (kA)	Curva
C2	IG	NS800	4(III+N)	800	50	C
C.B.T.1	M.C.B.T.1	iC60L	2 (I+N)	10	25	C
C.B.T.2	M.C.B.T.2	iC60L	2 (I+N)	10	25	C
C.B.T.3	M.C.B.T.3	iC60L	2 (I+N)	20	25	C
Bcond	M.B.Cond	NSX160F	4(III+N)	160	36	C

Cuadro General de Distribución:

CGD						
Línea	Magnetotérmico	Modelo	Nº de polos	In(A)	PdC (kA)	Curva
DI	MDI	NSX 630N	4(III+N)	630	50	C
CGD 1	M.CGD 1	NSX 160F	4 (III+N)	160	36	C
CGD 2	M.CGD 2	NSX250F	4 (III+N)	250	36	C
CGD 3	M.CGD 3	C120N	4 (III+N)	125	10	C
CGD 4	M.CGD 4	C120N	4 (III+N)	80	10	C
CGD 5	M.CGD 5	C120N	4 (III+N)	100	10	C

Cuadro Auxiliar 1:

Cuadro aux.1						
Línea	Magnetotérmico	Modelo	Nº de polos	In(A)	PdC (kA)	Curva
CGD 1	M.C.A.1	NSX 160F	4 (III+N)	160	36	C
C.A.1.1	M.C.A.1.1	iC60H	4 (III+N)	10	10	C
C.A.1.2	M.C.A.1.2	iC60H	4 (III+N)	10	10	C
C.A.1.3	M.C.A.1.3	iC60H	4 (III+N)	25	10	C
C.A.1.4	M.C.A.1.4	iC60H	4 (III+N)	32	10	C
C.A.1.5	M.C.A.1.5	iC60H	4 (III+N)	16	10	C
C.A.1.6	M.C.A.1.6	iC60H	4 (III+N)	10	10	C
C.A.1.7	M.C.A.1.7	iC60H	4 (III+N)	10	10	C
C.A.1.8	M.C.A.1.8	iC60N	2 (I+N)	20	6	B
C.A.1.9	M.C.A.1.9	iC60H	4 (III+N)	20	10	C

Cuadro Auxiliar 2:

Cuadro aux.2						
Línea	Magnetotérmico	Modelo	Nº de polos	In(A)	PdC (kA)	Curva
CGD 2	M.C.A.2	NSX250F	4 (III+N)	250	36	C
C.A.2.1	M.C.A.2.1	iC60H	4 (III+N)	10	10	C
C.A.2.2	M.C.A.2.2	iC60H	4 (III+N)	10	10	C
C.A.2.3	M.C.A.2.3	iC60H	4 (III+N)	10	10	C
C.A.2.4	M.C.A.2.4	iC60H	4 (III+N)	10	10	C



C.A.2.5	M.C.A.2.5	iC60H	4 (III+N)	10	10	C
C.A.2.6	M.C.A.2.6	iC60H	4 (III+N)	10	10	C
C.A.2.7	M.C.A.2.7	iC60H	4 (III+N)	10	10	C
C.A.2.8	M.C.A.2.8	iC60H	4 (III+N)	10	10	C
C.A.2.9	M.C.A.2.9	iC60H	4 (III+N)	10	10	C
C.A.2.10	M.C.A.2.10	iC60H	4 (III+N)	10	10	C
C.A.2.11	M.C.A.2.11	iC60H	4 (III+N)	10	10	C
C.A.2.12	M.C.A.2.12	iC60H	4 (III+N)	10	10	C
C.A.2.13	M.C.A.2.13	iC60H	4 (III+N)	10	10	C
C.A.2.14	M.C.A.2.14	iC60H	4 (III+N)	10	10	C
C.A.2.15	M.C.A.2.15	iC60H	4 (III+N)	10	10	C
C.A.2.16	M.C.A.2.16	iC60N	2 (I+N)	20	6	C
C.A.2.17	M.C.A.2.17	iC60H	4 (III+N)	20	10	C

Cuadro Auxiliar 3:

Cuadro aux.3						
Línea	Magnetotérmico	Modelo	Nº de polos	In(A)	PdC (kA)	Curva
CGD 3	M.C.A.3	C120N	4 (III+N)	125	10	C
C.A.3.1	M.C.A.3.1	iC60N	2 (I+N)	25	6	B
C.A.3.2	M.C.A.3.2	iC60N	2 (I+N)	25	6	B
C.A.3.3	M.C.A.3.3	iC60N	2 (I+N)	20	6	B
C.A.3.4	M.C.A.3.4	iC60N	2 (I+N)	10	6	B
C.A.3.5	M.C.A.3.5	iC60N	2 (I+N)	10	6	B
C.A.3.6	M.C.A.3.6	iC60H	4 (III+N)	10	10	C
MANDO ENCENDIDO	M.C.A.3.7	iC60N	2 (I+N)	6	6	B

Cuadro Auxiliar 4:

Cuadro aux.4						
Línea	Magnetotérmico	Modelo	Nº de polos	In(A)	PdC (kA)	Curva
CGD 4	M.C.A.4	C120N	4 (III+N)	80	10	C
C.A.4.1	M.C.A.4.1	iC60N	2 (I+N)	10	6	C
C.A.4.2	M.C.A.4.2	iC60N	2 (I+N)	10	6	C
C.A.4.3	M.C.A.4.3	iC60N	2 (I+N)	10	6	C
C.A.4.4	M.C.A.4.4	iC60N	2 (I+N)	10	6	C
C.A.4.5	M.C.A.4.5	iC60N	2 (I+N)	20	6	B
C.A.4.6	M.C.A.4.6	iC60N	2 (I+N)	20	6	B

Cuadro Auxiliar 5:

Cuadro aux.5						
Línea	Magnetotérmico	Modelo	Nº de polos	In(A)	PdC (kA)	Curva
CGD 5	M.C.A.5	C120N	4 (III+N)	100	10	C
C.A.5.1	M.C.A.5.1	iC60N	2 (I+N)	10	6	C
C.A.5.2	M.C.A.5.2	iC60N	2 (I+N)	10	6	C



C.A.5.3	M.C.A.5.3	iC60N	2 (I+N)	10	6	C
C.A.5.4	M.C.A.5.4	iC60N	2 (I+N)	10	6	C
C.A.5.5	M.C.A.5.5	iC60N	2 (I+N)	10	6	C
C.A.5.6	M.C.A.5.6	iC60N	2 (I+N)	10	6	B
C.A.5.7	M.C.A.5.7	iC60N	2 (I+N)	10	6	B
C.A.5.8	M.C.A.5.8	iC60N	2 (I+N)	10	6	B
C.A.5.9	M.C.A.5.9	iC60N	2 (I+N)	20	6	B

Protección Diferencial:

Cuadro de Baja Tensión:

Cuadro BT					
Línea	Diferencial	Modelo	Nº de polos	In(A)	Sensibilidad(mA)
DI	D.C.B.T.	RHP99+toroidal	4(III+N)	630	Regulable de 0,1 a 30A
C.B.T.1	D.C.B.T.1	iID acti9	4(III+N)	25	300
C.B.T.2					
C.B.T.3					
Bcond	D.C.B.C.	RH99+toroidal	4(III+N)	160	Regulable de 0,1 a 30A

Cuadro General de Distribución:

CGD					
Línea	Diferencial	Modelo	Nº de polos	In(A)	Sensibilidad(mA)
C.G.D.1	D.C.G.D.1	RHP99+toroidal	4(III+N)	160	300
C.G.D.2	D.C.G.D.2	RHP99+toroidal	4(III+N)	250	300
C.G.D.3	D.C.G.D.3	Vigi C120	4(III+N)	125	300
C.G.D.4	D.C.G.D.4	Vigi C120	4(III+N)	80	300
C.G.D.5	D.C.G.D.5	Vigi C120	4(III+N)	100	300

Cuadro Auxiliar 1:

Cuadro aux.1					
Línea	Diferencial	Modelo	Nº de polos	In(A)	Sensibilidad(mA)
C.A.1.1	D.C.A.1.1	iID acti9	4(III+N)	63	300
C.A.1.2	D.C.A.1.2				
C.A.1.3	D.C.A.1.3				
C.A.1.4	D.C.A.1.4	iID acti9	4(III+N)	80	300
C.A.1.5	D.C.A.1.5				
C.A.1.6	D.C.A.1.6				
C.A.1.7	D.C.A.1.7				
C.A.1.8	D.C.A.1.8	iID acti9	4(III+N)	40	300
C.A.1.9					

Cuadro Auxiliar 2:

Cuadro aux.2					
Línea	Diferencial	Modelo	Nº de polos	In(A)	Sensibilidad(mA)
C.A.2.1 C.A.2.2 C.A.2.3 C.A.2.4 C.A.2.5	D.C.A.2.1	iID acti9	4(III+N)	63	300
C.A.2.6 C.A.2.7 C.A.2.8 C.A.2.9 C.A.2.10	D.C.A.2.2	iID acti9	4(III+N)	63	300
C.A.2.11 C.A.2.12 C.A.2.13 C.A.2.14 C.A.2.15	D.C.A.2.3	iID acti9	4(III+N)	63	300
C.A.2.16 C.A.2.17	D.C.A.2.4	iID acti9	4(III+N)	40	300

Cuadro Auxiliar 3:

Cuadro aux.3					
Línea	Diferencial	Modelo	Nº de polos	In(A)	Sensibilidad(mA)
C.A.3.1 C.A.3.2 C.A.3.3 C.A.3.4 C.A.3.5 MANDO	D.C.A.3.1	iID acti9	4(III+N)	100	300
C.A.3.6	D.C.A.3.2	Qvigi iC60	4(III+N)	10	300

Cuadro Auxiliar 4:

Cuadro aux.4					
Línea	Diferencial	Modelo	Nº de polos	In(A)	Sensibilidad(mA)
C.A.4.1 C.A.4.2 C.A.4.3 C.A.4.4	D.C.A.4.1	iID acti9	4(III+N)	40	30
C.A.4.5 C.A.4.6	D.C.A.4.2	iID acti9	4(III+N)	40	300

Cuadro Auxiliar 5:

Cuadro aux.5					
Línea	Diferencial	Modelo	Nº de polos	In(A)	Sensibilidad(mA)
C.A.5.1	D.C.A.5.1	iID acti 9	4(III+N)	40	30
C.A.5.2					
C.A.5.3					
C.A.5.4					
C.A.5.5	D.C.A.5.2	iID acti 9	4(III+N)	40	30
C.A.5.6					
C.A.5.7					
C.A.5.8					
C.A.5.9	D.C.A.5.3	Qvigi iC60	2(I+N)	25	300



1.8 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

1.8.1 Introducción

Se cumplirá lo establecido en la ITC-BT-18. Las puestas a tierra se establecen principalmente con el objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta a tierra es la unión eléctrica directa sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Con esto se pretende conseguir que cualquier masa no pueda dar tensiones de contacto superiores a 24V.

A través de la instalación de puesta a tierra, se manda directamente a tierra toda la corriente eléctrica que se salga de su recorrido normal y corrientes o descargas de origen atmosférico o de otras fuentes. El paso de estas corrientes por el terreno provoca unas distribuciones de potencial por el mismo y por su superficie que pueden ser peligrosas para la seguridad de las personas.

1.8.2 Componentes de puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra consta de los siguientes elementos:

El terreno:

El terreno, desde el punto de vista eléctrico, se considera como el elemento encargado de disipar corrientes de defecto o descargas de origen atmosférico.

Este comportamiento viene determinado por la resistividad, que es una característica de todos los materiales y que nos da una idea de la resistencia que ofrece un material al ser atravesado por una corriente eléctrica.

Los cuerpos que tienen una resistividad muy baja, dejan pasar fácilmente la corriente eléctrica, y los materiales que tienen una resistividad alta, se oponen al paso de corriente.

La resistividad depende de cada terreno y se mide en ohmios por metro.

Tomas de tierra:

La toma de tierra es el elemento de unión entre el terreno y el circuito instalado en el interior del edificio. Consta de tres partes:



- Electrodo:
Son la masa metálica que se encuentra en contacto permanente con el terreno para facilitar a este el paso de corrientes de defecto, o la carga eléctrica que pueda tener.
- Líneas de enlace con tierra:
La línea de enlace con la tierra está formada por los conductores que unen el electrodo, conjunto de electrodos o anillo, con el punto de puesta a tierra.
- Puntos de puesta a tierra:
El elemento de la puesta a tierra, es el situado fuera del terreno y que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra. El punto de puesta a tierra es un elemento de conexión, placa, regleta, grapa, etc. que une los conductores de la línea de enlace con la principal de tierra.

Línea principal de tierra:

Es la parte del circuito de puesta a tierra del edificio, que está formado por conductores de cobre, que partiendo de los puntos de puesta a tierra, conecta con las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de todas las masas o elementos necesarios. La línea principal de tierra termina en el punto de puesta a tierra, teniendo especial cuidado en la conexión, asegurando una conexión efectiva.

Derivaciones de las líneas principales de tierra:

Son los conductores que unen la línea principal de tierra con los conductores de protección o bien directamente las masas significativas que existen en el edificio. Serán de cobre o de otro metal de elevado punto de fusión.

Conductores de protección:

Son los conductores de cobre, encargados de unir eléctricamente las masas de una instalación y de los aparatos eléctricos, con las derivaciones de la línea principal de tierra, con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos.

El dimensionamiento de estos conductores, viene dado en función de la sección del conductor de fase de la instalación que protege, según la ITC-BT 19.

1.8.3 Elementos a conectar a tierra

Los elementos a conectar a tierra serán todos los elementos metálicos o elementos susceptibles de ponerse en tensión.



Así, se conectarán en los puntos de puesta a tierra los siguientes:

- Las instalaciones de fontanería, gas y calefacción, depósitos, calderas, etc.
- Guías metálicas de los aparatos elevadores.
- Caja General de Protección (no obligatorio según R.E.B.T.).
- Instalación de pararrayos.
- Instalación de antenas colectivas de TV y FM.
- Redes equipotenciales de cuarto de baño, que unan enchufes eléctricos y masas metálicas.
- Toda masa o elemento metálico significativo.
- Estructuras metálicas y armaduras de muros de hormigón.

1.8.4 Solución adoptada

Nuestra red de puesta a tierra consta de electrodos, que en nuestro caso son 4 picas de acero galvanizado de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud, situadas una en cada esquina de la nave. Estarán unidas por medio de un conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección formando un anillo alrededor de la nave a 0,8 m de profundidad. La conexión entre el conductor de cobre en anillo y las picas se realizará mediante soldadura aluminotérmica, es decir, de alto poder de fusión en arquetas prefabricadas.

Del cuadro de distribución general se unirá el conductor principal de tierra a través de un conductor de cobre de 50 mm². Del cuadro de distribución general partirán las derivaciones a los cuadros auxiliares de distribución y de estos partirán los conductores de protección a los distintos receptores (alumbrado de la nave, tomas de corriente y maquinaria).

Los conductores de tierra se distinguirán fácilmente de los conductores activos por el color amarillo-verde. Estos conductores serán de cobre 750 V, de color amarillo-verde y tendrá una sección igual al conductor de fase para secciones de fase menores o iguales que 16 mm², de 16 mm² para secciones de fase entre 16 y 35 mm² y la mitad de la fase para conductores de sección mayor que 35 mm², tal y como se establece en la ITC-BT-18 tabla 2.

En el documento CÁLCULOS del presente proyecto están justificados los cálculos en los que se cumple que la tensión de contacto es menor que 24 V, en el apartado 2.7.



1.9 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1.9.1 Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto es especificar las condiciones técnicas y de ejecución de un centro de transformación de características normalizadas cuyo fin es suministrar energía eléctrica en baja tensión a una nave industrial.

El centro de transformación será un centro de transformación de abonado, es decir, que el suministro de energía es contratado directamente en media tensión y por tanto el abonado debe instalar su propio centro de transformación y realizar su explotación y mantenimiento.

1.9.2 Reglamentación y disposiciones oficiales

Para la elaboración del proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de IBERDROLA.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

1.9.3 Emplazamiento

El centro de transformación se encuentra en el exterior de la nave, pero dentro de la parcela. Concretamente se encuentra en la parte trasera de la nave, a mano derecha de la entrada de la nave y separado de ella. Su acceso está en el exterior de la nave también.

1.9.4 Características generales del Centro de Transformación

El centro de transformación objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltorio metálica según norma UNE-20.099.

La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de electricidad se efectuará a una tensión de servicio de 13,2 KV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora IBERDROLA.

1.9.5 Necesidades y potencia instalada



El conductor de la Derivación Individual estará previsto para poder soportar la corriente máxima que el Centro de Transformación sea capaz de dar en baja tensión. De esta misma forma estarán dimensionadas las protecciones de la entrada del cuadro C.G.P.

Esta forma de dimensionado se realiza por si fuese necesario una futura ampliación de la potencia demandada por la empresa. Actualmente la potencia necesaria por la empresa será de 136.619,57 VA, como se detalla en el documento CÁLCULOS del presente proyecto en el apartado 2.3.2 Potencia de la instalación.

Así pues, hemos creído conveniente instalar un transformador Ormazabal de 250 KVA.

$$S=250\text{KVA}$$

$$V=400\text{V}$$

$$I_{\text{secundario}} = \frac{S}{V \cdot \sqrt{3}} = 360.84 \text{ kVA.}$$

La distribución de la potencia del centro de transformación al C.D.G. la haremos llegar mediante una línea subterránea que será la Derivación Individual, de 52 m y un conductor de 400 mm² de sección por fase, siendo el neutro de 185 mm².

Si miramos el porcentaje de caída de tensión en la derivación individual obtenemos:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I_a \cdot \cos \varphi}{S \cdot \sigma} = \frac{\sqrt{3} \cdot 52 \cdot 360.84 \cdot 0.97}{400 \cdot 56} = 1.41 \text{ V}$$

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V \cdot 100}{400} = \frac{1.41 \cdot 100}{400} = 0.3525\% < 1.5\% \text{ Permitido.}$$

1.9.6 Obra civil

Local

El centro estará situado en una caseta en el exterior de la nave destinada únicamente a esta finalidad.

La caseta será de construcción prefabricada de hormigón de la serie EHC-24 Schneider Electric con una puerta peatonal. Sus dimensiones son 4,83x2,5 m y una altura de 3,3 m.

El acceso al Centro de Transformación estará restringido al personal de la compañía eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. El acceso se realizará únicamente por la parte exterior de la nave, no pudiendo acceder al centro desde el interior de la nave. Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la Compañía Eléctrica.



Características del local

Se trata de un local de la serie EHC-24, de Schneider Electric, concretamente el EHC-4. Es una construcción prefabricada de hormigón compacto. Las características más destacadas de la serie EHC son:

a) Compacidad:

Realizar el montaje de un prefabricado EHC en la propia fábrica permite ofrecer calidad de origen, reducción del tiempo de instalación, posibilidad de posteriores traslados.

b) Facilidad de instalación:

La innecesaria cimentación y el montaje en fábrica permitirán asegurar una cómoda y fácil instalación. Las dimensiones exteriores del centro son de 4830 x 2500 x 3300 mm. La superficie del centro es de 10,55 m². Las dimensiones interiores del centro son de 4710 x 2240 x 2535 mm. La profundidad de la excavación para el montaje del centro es de 0.7 m.

c) Material:

El material empleado en la fabricación de las piezas (bases, paredes y techos) es hormigón armado. Con la justa dosificación y el vibrado adecuado se conseguirán unas características óptimas de resistencia característica (superior a 250 Kg/cm² a los 28 días de su fabricación) y una perfecta impermeabilización.

Los paneles que forman la envolvente están compuestos de hormigón vibrado, estando las armaduras del hormigón unidas entre si y al colector de tierras según la RU 1303, y las puertas y rejillas presentan una resistencia de 10 k Ω respecto a la tierra de la envolvente.

El acabado estándar del centro se realiza con poliuretano, de color blanco en las paredes, y color marrón en techos, puertas y rejillas.

d) Equipotencialidad:

La propia armadura de mallazo electrosoldado garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Como se indica en la recomendación Unesa 1303A, las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema de equipotencial. Entre la armadura equipotencial, embebida en el hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000 ohmios.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.



e) Impermeabilidad:

Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre éstos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

f) Grados de protección:

Serán conformes a la UNE 20324/89 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será de IP239, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP339.

Componentes del local

a) Envolvente:

La envolvente (base, paredes y techos) de hormigón armado se fabricará de tal manera que se cargará sobre camión como un solo bloque en la fábrica.

La envolvente estará diseñada de tal forma que se garantizará una total impermeabilidad y equipotencialidad del conjunto, así como una elevada resistencia mecánica.

En la base de la envolvente irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja Tensión. Estos orificios son partes debilitadas del hormigón que se deberán romper (desde el interior del prefabricado) para realizar la acometida de cables.

b) Suelos:

Estarán constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado apoyados en un extremo sobre unos soportes metálicos en forma de U, los cuales constituirán los huecos que permitirán la conexión de cables en las celdas. Los huecos que no queden cubiertos por las celdas o cuadros eléctricos se taparán con unas placas fabricadas para tal efecto. En la parte frontal se dispondrán unas placas de peso reducido que permitirán el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables.

c) Cuba de recogida de aceite:

La cuba de recogida de aceite se integra en el propio diseño del edificio prefabricado.

Con una capacidad de 760 litros, está diseñada para recoger en su interior el aceite del transformador sin que éste se derrame por la base.

Sobre la cuba se dispone una bandeja cortafuegos de acero galvanizado perforada y cubierta por grava.



d) Puertas y rejillas de ventilación:

Estarán construidas en chapa de acero galvanizado recubierta con pintura epoxi. Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hará muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

Las puertas se pueden abatir 180° hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90° con un retenedor metálico.

1.9.7 Instalación eléctrica

1.9.7.1 Características de la red de alimentación

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 13,2 kV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 400 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

1.9.7.2 Características de la aparamenta en alta tensión

Características generales celdas SM6

Las celdas a emplear serán de la serie SM6 de Schneider Electric, celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparallaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099.

Las celdas diferenciadas serán los siguientes:

- Celda de remonte.
- Celda de protección.
- Celda de medida.

Las características principales de las celdas SM6 son:

- | | |
|--|----------------|
| - Tensión asignada: | 24 kV. |
| - Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra: | |
| a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: | 50 kV ef. |
| a impulso tipo rayo: | 125 kV cresta. |
| - Intensidad asignada en funciones de línea: | 630 A. |
| - Intensidad asignada en ruptofusibles. | 200 A. |
| - Intensidad nominal admisible de corta duración | |
| durante un segundo | 16 kA ef. |
| - Valor de cresta de la intensidad nominal admisible: | |



40 kA cresta, es decir, 2.5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.

- Grado de protección de la envolvente: IP307 según UNE 20324-94.
- Puesta a tierra.: el conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE 20.099, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.
- Embarrado: el embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

a) Celda de Remonte (CMR):

Celda Schneider Electric de interruptor-seccionador de tres posiciones gama SM6, modelo SIM16, permite comunicar el embarrado del conjunto de celdas con los cables, cortar la corriente nominal, seccionar esta unión o poner a tierra simultáneamente los tres bornes de los cables de Media Tensión.

Las dimensiones de la celda son: 375 mm de anchura, 940 mm de profundidad, 1600 mm de altura, y conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 630 A.
- Interruptor-seccionador de corte en SF6 de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Seccionador de puesta a tierra en SF6.
- Indicadores de presencia de tensión.
- Mando CIT manual.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Bornes para conexión de cable.

Estas celdas estarán preparadas para una conexión de cable seco monofásico de sección máxima de 240 mm².

Características eléctricas:

- Tensión nominal	24 kV
- Intensidad nominal	630 A
- Intensidad de corta duración (3s)	16 kA
- Nivel de aislamientos	
Frecuencia industrial (1 m)	
A tierra y entre fases	50 kV
A la distancia de seccionamiento	60 kV
Impulso tipo rayo	
A tierra y entre fases	125 kV
A la distancia de seccionamiento	145 kV



- Capacidad de cierre	40 kA
- Capacidad de corte	
Corriente principalmente activa	630 A
Corriente capacitiva	31.5 A
Corriente inductiva	16 A
Falta a tierra	63 A

b) Celda de protección con fusibles (CMPF):

Celda Schneider Electric de protección con fusibles, que contiene un interruptor y la protección con fusibles, permitiendo su asociación o combinación con el interruptor. La referencia de la celda de protección escogida es QM16.

Las dimensiones de la celda son: 375 mm de anchura, 940 mm de profundidad, 1600 mm de altura, y conteniendo:

Características eléctricas:

- Tensión nominal	24 kV
- Intensidad nominal embarrado	400/630 A
- Intensidad nominal salida del transformador	200 A
- Intensidad de corta duración (3s)	16 kA
- Nivel de aislamientos	
Frecuencia industrial (1 m)	
A tierra y entre fases	50 kV
A la distancia de seccionamiento	60 kV
Impulso tipo rayo	
A tierra y entre fases	125 kV
A la distancia de seccionamiento	145 kV
- Capacidad de corte	
Corriente principalmente activa	400/630 A
Corriente capacitiva	31,5 A
Corriente inductiva	16 A
Falta a tierra	63 A
- Capacidad de ruptura combinación interruptor-fusibles	20 kA
- Corriente de transferencia (CEI 420)	600 A

c) Celda de medida (CMM):

Celda Schneider Electric de medida de tensión e intensidad con entrada inferior lateral por barras y salida inferior lateral por cables gama SM6, modelo GBC16.

Las dimensiones de la celda son: 750 mm de anchura, 1.020 mm de profundidad, 1.600 mm de altura, y conteniendo:



- Juegos de barras tripolar de 630 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Entrada lateral inferior izquierda por barras y salida inferior por cable.
- 3 Transformadores de intensidad de relación 10/5 A, 15 VA CL.0.5, $I_{th}=200I_n$ y aislamiento 24kV.
- 3 Transformadores de tensión, unipolares, de relación, $F_t= 1.9 U_n$ y aislamiento 24 kV.

d) Transformador:

Será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 13.2 kV y la tensión a la salida en vacío de 400V entre fases y 230V entre fases y neutro.

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural (ONAN), marca Ormazábal, en baño de aceite mineral.

La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21428 y a las normas particulares de la compañía suministradora, siendo las siguientes:

- Potencia asignada	250 kVA
- Tensión nominal	
Primaria	20 kV
Secundaria en vacío	420 V
- Grupo de conexión	Dyn11
- Pérdidas en vacío (en el hierro)	425 W
- Pérdidas en carga (en el cobre)	2750W
- Impedancia de cortocircuito a 75°C	4%
- Caída de tensión a plena carga	
$\cos \varphi=1$	1.17%
$\cos \varphi=0.8$	3.22%
- Rendimiento	
Carga 100%, $\cos \varphi=1$	98.75%
Carga 100%, $\cos \varphi=0.8$	98.44%
Carga 75%, $\cos \varphi=1$	98.96%
Carga 75%, $\cos \varphi=0.8$	98.70%
- Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50s	125 kV
- Tensión de ensayo a 50 Hz 1 min	50 kV
- Dimensiones	
Ancho	930 mm
Largo	1376 mm
Alto a tapa	915 mm
Alto total	1300 mm
Peso total	1100 kg



Volumen aceite

260 l

1.9.7.3 Características del material vario de alta tensión

Embarrado general celdas SM6

El embarrado general de las celdas SM6 se construye con tres barras aisladas de cobre dispuestas en paralelo.

Piezas de conexión celdas SM6

La conexión del embarrado se efectúa sobre los bornes superiores de la envolvente del interruptor-seccionador con la ayuda de repartidores de campo con tornillos imperdibles integrados de cabeza Allen de M8. El par de apriete será de 2.8 m.da.N.

Conexión celdas-transformador

La conexión de las celdas al transformador se realiza por medio de cable tripolar de Aluminio de 95 mm² de sección, que en condiciones de instalación soporta 215 A, y provoca una caída de tensión despreciable, cumpliendo así con los criterios de calentamiento y de caída de tensión. El aislamiento del conductor será de HEPR.

1.9.7.4 Características de la aparamenta en baja tensión

Los aparatos de protección en las salidas de Baja Tensión del Centro de Transformación no forman parte de este proyecto sino del proyecto de las instalaciones eléctricas de Baja Tensión.

1.9.7.5 Medida de la energía eléctrica

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

El cuadro de contadores estará formado por un armario de doble aislamiento de HIMEL modelo PLA-753/AT-ID de dimensiones 750mm de alto x 500mm de ancho y 320mm de fondo, equipado de los siguientes elementos:

- Regleta de verificación normalizada por la Compañía Suministradora.
- Contador de energía activa mediante maxímetro.
- Contador de energía reactiva mediante maxímetro.
- Reloj de conmutación de tarifas.

1.9.8 Puesta a tierra

Los cálculos de puesta a tierra están justificados en el apartado CÁLCULOS del presente proyecto, en el apartado 2.8.10 (Cálculo de la instalación de puesta a tierra).



a) Tierra de protección:

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas. Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

Nuestra tierra de protección se regirá por el código de UNESA 50-30/5/46.

Los elementos metálicos de la instalación estarán conectados mediante cable de cobre aislado de 50 mm² de sección y aislamiento 0,6/1kV. Las partes de las celdas para conectar a tierra irán con cable de aluminio de 95 mm² de sección y aislamiento 12/20kV.

b) Tierra de servicio:

Se conectarán a tierra los elementos de la instalación necesarios como el neutro del transformador, los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida, así como limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos, así como los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

c) Tierras interiores:

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

1.9.9 Instalaciones secundarias

a) Iluminación

En el centro de transformación se han instalado dos puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 200 lux.



Se han elegido dos lámparas fluorescentes tubulares modelo Philips Master TL-D Super 80 58W/840 1SL con luminarias Philips TCW060 2xTL-D 58W HF de tipo estanca.

b) Iluminación de emergencia

Se colocará una lámpara de emergencia de 95 lm y potencia 8 W de la marca Daisalux y modelo Hydra N2.

c) Tomas de corriente

Se colocará un circuito de tomas de corriente de 16A.

d) Protección contra incendios

De acuerdo con la instrucción MIERAT 14, se dispondrá como mínimo de un extintor de eficacia equivalente 89 B de nieve carbónica, 5 kg.

e) Ventilación

La ventilación del centro de transformación se realizará de modo natural mediante las rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto, siendo la superficie mínima de la rejilla de entrada de aire en función de la potencia del mismo según se relaciona.

Estas rejillas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

Potencia del transformador (kVA) = 250

Superficie de la rejilla mínima (m²) = 0.6

Los cálculos de sección de la superficie mínima de la rejilla se encuentran en el apartado 2.8.8 del documento CÁLCULOS del presente proyecto.

f) Medidas de seguridad en celdas SM6

Las celdas tipo SM6 dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la Norma UNE 20.099, y que serán los siguientes:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.



- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras según se indica en apartados.

g) Conexión del transformador con el cuadro de baja tensión:

Se realizará mediante cable RZ1-K(AS) 0,6/1 kV de cobre de sección $3 \times 240 \text{ mm}^2$ bajo tubo de 225 mm de diámetro.



1.10 COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA

1.10.1 Introducción

La compensación de la energía reactiva es un proceso que se lleva a cabo para evitar una penalización económica por parte de las compañías suministradoras y para evitar el sobredimensionado de algunas partes de la instalación.

Lo que mide la calidad de la instalación es el factor de potencia, y contra más se acerque a la unidad es mejor. Un buen factor de potencia hace que la instalación esté mejor aprovechada técnica y económicamente.

Las pautas que siguen las compañías para el recargo o el abono se rigen por una serie de fórmulas. Lo primero se realiza el cálculo del coseno de φ , y con este dato se calcula el porcentaje que se aplica a la suma del coste de la potencia contratada y del coste de la energía consumida:

$$\text{Cos}\varphi = \frac{w_a}{\sqrt{w_a^2 + w_r^2}} \text{ (Con 2 decimales)}$$

$$K_r(\%) = \frac{17}{(\text{Cos}\varphi)^2} - 21 \text{ (con 1 decimal)}$$

$$\text{Cantidad a pagar} = (A+B) \cdot K_r(\%)$$

$\text{Cos}\varphi$: Factor de potencia

w_a : Potencia activa consumida (P)

w_r : Potencia reactiva consumida (Q)

A: Precio de la potencia contratada

B: Precio de la energía consumida

K_r : Porcentaje de bonificación o recargo. La máxima bonificación que te pueden hacer es del 4% y el máximo recargo del 47%

Existen diversas formas de compensar la energía reactiva: global, por sectores o individualmente. La mejor forma sería aquella que compensa la energía reactiva en el lugar que se consume, ya que de esta forma no tienes que sobredimensionar ninguna parte de la instalación por tener energía reactiva. Sin embargo, necesitarías más elementos compensadores.

1.10.2 Formas de compensar

Compensación global

La compensación se realiza en la cabecera de la instalación, por lo que asegura la compensación del conjunto de la instalación. No obstante, no elimina la energía reactiva en la instalación, por lo que los cables siguen sufriendo el calentamiento por pérdidas de Joule y deben estar más sobredimensionados.

Mejora el funcionamiento del Centro de Transformación, ya que sólo tiene que dar potencia activa.



Compensación por sectores

La compensación se realiza en el cuadro de cada taller o cada nave por lo que si se quita a parte de la instalación de la energía reactiva. Al igual que en el caso anterior elimina las penalizaciones y mejora el funcionamiento del Centro de Transformación.

Las desventajas son que los cables aguas abajo de estos puntos siguen teniendo reactiva, por lo tanto pérdidas y existe riesgo de sobrecompensación por cambios bruscos de usos, cosa que no puede darse en ningún caso.

Compensación individual

Esta compensación se realiza cuando la potencia de los motores es importante con respecto a la de la instalación, y compensa la energía reactiva en el mismo punto que se produce. En este caso, se reduce la energía reactiva en toda la instalación, por lo que los cables no deben estar sobredimensionados ni tendrán tantas pérdidas por efecto Joule. También mejorará el comportamiento del Centro de Transformación y eliminará las penalizaciones.

1.10.3 Tipos de compensación

Condensadores fijos

Es aquella compensación que se realiza con condensadores de valor unitario establecido. Se utilizan para cargas inductivas que tienen poca fluctuación de carga. Puede utilizarse para cada motor en caso de que sean grandes o para un conjunto de pequeños motores.

La conexión de estos condensadores puede realizarse manualmente (por interruptor), automáticamente (por contactor) o directamente (por conexión directa en los bornes del receptor).

Condensadores de regulación automática o batería de condensadores

La batería de condensadores es instalada en la cabecera del cuadro de distribución de Baja Tensión o en un lugar donde se maneje un sector importante en cuanto al consumo de energía reactiva. Las baterías de condensadores están formadas por distintos escalones de potencia reactiva. El valor del factor de potencia es detectado por un relé varimétrico que manda automáticamente la conexión y desconexión de los condensadores a través de contactores, en función de la carga y del factor de potencia deseado.

La compensación automática permite una adaptación casi inmediata de la energía reactiva necesaria. Dentro de la compensación automática cabe destacar dos posibilidades:

Baterías con contactores electromecánicos:

Varían lentamente al variar la energía reactiva que necesita compensarse, del orden de segundos.



Baterías con tiristores:

Se utiliza cuando se quiere una compensación instantánea de la energía reactiva a consecuencia de la rápida variación de la carga. Con este sistema mejoras la conexión de los escalones de la batería, ya que los condensadores se conectan en el preciso instante que la energía reactiva sobrepasa su valor, este o no cargado completamente el condensador. El tiempo que tarda en la conexión puede llegar a ser inferior al periodo de un ciclo de la frecuencia de la red.

Debido a esta mejor conexión se eliminan los transitorios, por lo que se alarga la vida útil de los condensadores y se aumenta el número de maniobras que se puede realizar. Además se eliminan movimientos mecánicos para la conexión de los condensadores.

Una vez establecida la forma y la potencia quedaría establecer el tipo de equipo, que podría ser con condensadores con tensión y potencia adecuada a la red o baterías con condensadores dimensionados en tensión y potencia con reactancias en cada escalón.

Este segundo tipo se realiza para proteger los condensadores y evitar que en caso de haber armónicos los amplifiquen.

Para escoger el tipo de batería hay que considerar si existen o no armónicos en la instalación, la posibilidad de que exista una resonancia entre el transformador y la batería y analizar las medidas de la instalación.

1.10.4 Solución adoptada

Para compensar la energía reactiva nos hemos decidido por la compensación global mediante batería de condensadores con tiristores ya que aunque es más cara creemos que es más conveniente para la empresa.

La energía reactiva a compensar será de 30829.22 VAr según podemos ver en el documento CÁLCULOS de este proyecto en el apartado 2.6, por lo tanto, elegiremos una batería de condensadores de la marca Schneider Electric modelos Varset 400 para una potencia reactiva de 35 kVAr con una regulación física de 5 + 10 + 20, con interruptor automático NS incluido.

La conexión se realizará por medio del mismo tipo de conductor que la derivación individual y la instalación interior, es decir, de tipo RZ1-K (AS). La designación será la siguiente: 4x70+1G35mm².



1.11 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

El presupuesto general asciende a la cifra de:

DOSCIENTOS CINCUENTA MIL CINCUENTA CON CINCUENTA Y SIETE EUROS.



1.12 BIBLIOGRAFÍA

Para la realización del presente proyecto, la bibliografía consultada ha sido:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de transformación. Colección de leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre Acometidas Eléctricas. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias. Ministerio de Industria y Energía.
- Manual del alumbrado Westinghouse. Ed. CIE Inversiones editoriales. 4ª Edición.
- Instalaciones eléctricas. Tomos I, II, III. Ed. Siemens Aktiengesellschaft 1989. Günter G. Seip.
- Puesta a tierra en edificios y en instalaciones eléctricas. Ed. Paraninfo 1997. Juan José Martínez Requera y José Carlos Toledano Gasca.
- Lámparas eléctricas, sistemas de iluminación, proyectos de alumbrado. Ed. CEAC 1987. José Remirez Vázquez.
- Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de “Iberdrola distribución eléctrica S.A.U”.
- Canalizaciones, Materiales de alta y baja tensión y Centrales. Paul Hering
- Protecciones en las instalaciones eléctricas. Paulino Montané.



- Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría. Unesa. Febrero 1989.
- Instalaciones eléctricas de enlace y centros de transformación. Alberto Guerrero Fernández. Ed Dossat 1978.

Además se ha utilizado numerosa información de internet y catálogos comerciales de las distintas marcas para el desarrollo del presente proyecto. A continuación alguna de las páginas webs consultadas:

De fabricantes y empresas:

<http://www.schneiderelectric.es>

<http://www.philips.es>

<http://www.ormazábal.com>

<http://www.construmatica.com>

<http://www.daisalux.com>

<http://www.prysmian.es>

<http://www.aiscan.com>

Otras webs consultadas:

<http://www.unesa.es>

<http://www.iberdrola.es>

<http://www.voltimum.es>

<http://preoc.es>



PAMPLONA, 17 DE FEBRERO DE 2012

ARITZ AZPARREN DÍAZ



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL
EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN”

DOCUMENTO 2: CÁLCULOS

Alumno: Aritz Azparren Díaz

Tutor: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 17 de Febrero de 2012



2. CÁLCULOS



ÍNDICE

2.1. INTRODUCCIÓN	4
2.2 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO	5
2.2.1 Introducción	5
2.2.2 Cálculo de la iluminación interior.....	5
2.2.3 Cálculo de la iluminación de emergencia	7
2.3 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA	8
2.3.1 Introducción	8
2.3.2 Potencia de la instalación	8
2.3.3 Cálculo de las intensidades de línea.....	11
2.3.4 Cálculo de la potencia del transformador.....	14
2.4 CÁLCULO DE LAS SECCIONES DE LOS CONDUCTORES	15
2.4.1 Introducción	15
2.4.2 Sección de la derivación individual	16
2.4.3 Secciones del resto de conductores	17
2.5 CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES.....	21
2.5.1 Introducción	21
2.5.2 Datos previos.....	21
2.5.3 Cálculo de las protecciones magnetotérmicas.....	24
2.5.4 Cálculo de las protecciones diferenciales	33
2.6 COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA	37
2.6.1 Introducción	37
2.6.2 Dimensiones de la batería	37
2.6.3 Dimensiones de la conexión.....	38
2.7 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	39
2.7.1 Introducción	39
2.7.2 Red de tierra	39
2.7.3 Cálculo del valor de la resistencia de tierra en el caso del defecto a tierra más desfavorable	40
2.7.4 Resistencia de puesta a tierra	41
2.8 CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	42
2.8.1 Introducción	42
2.8.2 Características principales del transformador	42
2.8.3 Intensidad en el primario y en el secundario.....	42
2.8.4 Corrientes de cortocircuito en el lado de alta y de baja tensión.....	43
2.8.5 Dimensionado del embarrado	44
2.8.5.1 Celdas.....	44
2.8.5.2 Comprobación por densidad de corriente	44
2.8.5.3 Comprobación por sollicitación electrodinámica.....	44
2.8.5.4 Comprobación por sollicitación térmica a cortocircuito	45
2.8.6 Sección de los conductores del centro de transformación	45



2.8.7 Protecciones de alta y baja tensión.....	47
2.8.8 Dimensión de la ventilación del centro de transformación.....	47
2.8.9 Dimensionamiento del pozo apagafuegos.....	48
2.8.10 Cálculo de la instalación de puesta a tierra.....	49
2.8.10.1 Terreno	49
2.8.10.2 Datos de partida.....	49
2.8.10.3 Diseño de la instalación de puesta a tierra	50
2.8.10.4 Cálculo de la resistencia de la instalación de tierra.....	52
2.8.10.5 Cálculo de las tensiones exteriores de la instalación	54
2.8.10.6 Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.....	54
2.8.10.7 Cálculo de las tensiones máximas aplicadas	54
2.8.10.8 Investigación de tensiones transferibles al exterior	55
2.8.10.9 Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo	55



2.1. INTRODUCCIÓN

Para poder realizar el dimensionado del conjunto de instalaciones de la nave es necesario partir de unos datos iniciales.

Para la determinación de la instalación eléctrica a implantar, se parte de las demandas de potencia. Con un análisis de los receptores, se precisa la potencia necesaria para cada uno, a partir de la cual se calcularán intensidades y caídas de tensión con el objetivo de calcular las secciones de los conductores, así como las protecciones y comprobar si se ajustan a las especificaciones del reglamento. A partir del estudio de la potencia global de la instalación así como de las potencias parciales de cada grupo de receptores en cada subcuadro eléctrico, se podrán dimensionar las necesidades en cuanto a compensación de energía reactiva. Con la potencia total a instalar el cálculo del transformador y sus celdas a instalar en el centro de transformación ubicado en el exterior de la nave, cercano a la misma.

También se realizará el cálculo lumínico de todas las zonas de la nave y obtener así espacios con una adecuada iluminación y sin riesgos de accidente.

El proceso para el cálculo de los diversos aspectos de la instalación será; realizar una introducción de la parte de la instalación a calcular, definir las fórmulas utilizadas así como las explicaciones necesarias para cada una de ella en el caso en el que fuera necesario, calcular algún ejemplo si fuera necesario y el resto irá a continuación resumido en tablas.



2.2 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO

2.2.1 Introducción

Tal y como se ha descrito en la memoria del presente proyecto, para realizar los cálculos de iluminación se han utilizado dos programas; el DIALUX para calcular la iluminación interior de la nave y el DAISA para el cálculo de la iluminación de emergencia.

2.2.2 Cálculo de la iluminación interior

Para el cálculo de la iluminación interior se ha utilizado el programa DIALUX así como la base de datos del fabricante de luminarias y lámparas PHILIPS, que es la marca que utilizaremos.

No obstante, para que el programa pueda realizar los cálculos, es necesario conocer de antemano una serie de datos para poder introducirlos en el programa. Estos datos están descritos en el documento MEMORIA de este proyecto.

El cálculo que realiza el programa está basado en el método de los lúmenes que consiste en calcular el valor medio en servicio de la iluminancia en un local iluminado con alumbrado general.

A continuación expondremos las tablas con los datos que introduciremos al programa para que realice los cálculos descritos en la memoria. Estos datos a introducir serán los siguientes:

- Dimensiones del local: se dibujará un plano de cada zona del local a iluminar con todas sus dimensiones, incluidas la altura del plano de trabajo.
- Iluminancia Media Em (lux): sacada de tablas, dependerá de la zona a iluminar y el trabajo realizado.
- Coeficiente de reflexión en techo, paredes y suelo: son unos coeficientes que se encuentran tabulados normalmente y serán unos u otros dependiendo del color de cada zona.
- Factor de mantenimiento: dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Tomaremos los siguientes valores:
 - Local muy limpio, ciclo de mantenimiento anual 0.80
 - Local limpio, ciclo de mantenimiento de 3 años 0.67
 - Local contaminado 0.50

A partir de estos datos, tendremos que elegir a continuación el tipo de lámpara y luminaria que mejor se adapte a las características del local que queremos iluminar. Una vez introducidos todos los datos, el programa realiza los cálculos necesarios dándonos unas tablas indicando el número de luminarias necesarias su distribución y altura, así como los datos de cada lámpara, iluminancias medias, potencias, y todos los datos necesarios para poder realizar la instalación. Por último comprobaremos que la iluminancia media obtenida en la instalación diseñada es igual o superior a la recomendada en las tablas y que el tipo de lámpara y luminaria es la adecuada para nuestro local.



Nombre de la zona	Largo (m)	Ancho (m)	Forma	Altura (m)	Altura plano de trabajo (m)	Iluminancia Media Em (lux)	Coef reflexión techo (%)	Coef reflexión pared (%)	Coef reflexión suelo (%)	Factor de mantenimiento
Taller (P.baja)	26,82	19,60	Rectangular	8,00	0,85	300	70	30	30	0,67
Oficina (P.Baja)	6,22	4,85	Forma de L (ver planos)	2,50	0,85	500	70	50	30	0,8
Vestuario Zona Común	4,33	2,15	Rectangular	2,50	0,85	200	70	50	30	0,8
Vest. Ducha y Baño	1,90/1,90	1/1,05	Rectangular	2,50	0,85	200	70	50	30	0,8
Aseo (P.Baja)	2,38	1,10	Rectangular	2,50	0,85	200	70	50	30	0,8
Sala de descanso (P.Baja)	2,94	4,78	Rectangular	2,50	0,85	100	70	50	30	0,67
Pasillo	3,17	4,78	Rectangular	2,50	0,00	100	70	50	30	0,67
Limpieza y Mantenimiento (P.Baja)	6,23	4,84	Rectangular	2,50	0,85	200	70	30	30	0,67
Vestíbulo (P.Baja)	4,98	2,50	Variada	2,50	0,85	300	70	50	30	0,8
Escaleras	Sin estudio lumínico									
Oficina (1º Piso)	6,23	9,74	Forma de L (ver planos)	2,50	0,85	500	70	50	30	0,8
Oficinas (2º Piso)	6,23	13,95	Rectangular	2,20	0,85	500	70	50	30	0,8
Limpieza (2º Piso)	1,23	5,53	Rectangular	2,20	0,85	200	70	30	30	0,67
Aseos Mujeres (2º Piso)	1,14	4,33	Rectangular	2,20	0,85	200	70	50	30	0,8
Aseos Hombres (2º Piso)	1,14	4,33	Rectangular	2,20	0,85	200	70	50	30	0,8
Pasillo (2º Piso)	4,68	1,10	Rectangular	2,20	0,00	100	70	50	30	0,67
Centro de Transformación	4,71	2,24	Rectangular	2,53	0,85	200	70	30	30	0,67



Las lámparas elegidas según los resultados del programa, así como las potencias de las mismas y las luminarias elegidas estarán expuestas en el documento MEMORIA de este proyecto en el apartado 1.2.9. No obstante en el archivo anexo el presente documento llamado Cálculo de Iluminación con Dialux hay un amplio resumen con todas las lámparas y luminarias elegidas, así como sus características, y los resultados más importantes de DIALUX como son las iluminancias medias, así como las alturas de montaje de las luminarias y todos los datos necesarios para la correcta realización de la instalación de iluminación de la nave industrial.

2.2.3 Cálculo de la iluminación de emergencia

Al igual que para el cálculo de la iluminación interior, para el cálculo del alumbrado de emergencia, hemos utilizado también un programa informático, en este caso el programa DAISA, que es el programa del fabricante DAISALUX, de quien hemos elegido las luminarias de emergencia.

Será necesario también el conocimiento y la introducción de unos datos previos al programa para que pueda realizar los cálculos. Estos datos son:

- Dimensiones de cada local.
- El recorrido de evacuación.
- La situación y altura de las luminarias.
- Situación de los cuadros y equipos de protección contra incendios.
- Luminaria elegida para cada zona.

Las alturas a la que estarán situadas las luminarias de emergencia serán 2,50 m en el taller, 2,30 m en la planta baja, primera planta y centro de transformación y 2 m en la segunda planta. El resto de datos los introducimos directamente en el programa a raíz de los planos de cada zona.

Las lámparas elegidas según los resultados del programa se encuentran en el documento MEMORIA del presente proyecto, concretamente en el apartado 1.2.12. Además en el documento anexo al presente documento llamado Cálculo de iluminación de emergencia con Daisa, se pueden ver todas las luminarias escogidas con detalle así como los cálculos realizados por el programa y todos los datos necesarios para la correcta realización de la instalación de la iluminación de emergencia.



2.3 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA

2.3.1 Introducción

En este apartado calcularemos las intensidades que circulan por cada uno de los circuitos que componen la instalación. Veremos también la potencia de la instalación y finalmente calcularemos la potencia del transformador que vamos a necesitar para nuestra instalación.

2.3.2 Potencia de la instalación

Vamos a ver a continuación cual es la potencia eléctrica de nuestra instalación, para ello, la veremos por separado en cada cuadro, para luego ver la potencia total. A partir de ahí calcularemos ya las intensidades de cada línea y luego la potencia del transformador.

Cuadro auxiliar 1

Cuadro auxiliar 1					
Línea	Descripción	P(W)	P.instalada (W)	Cos φ	S(VA)
C.A.1.1	1.Torno	4269	4269	0,87	4906,90
C.A.1.2	2.Torno	2650	2650	0,87	3045,98
C.A.1.3	3.Fresadora	11702	11702	0,85	13767,06
C.A.1.4	4.Torno	9200	9200	0,85	10823,53
C.A.1.5	5.Torno	6132	6132	0,85	7214,12
C.A.1.6	6.Sierra	1081	1081	0,85	1271,76
C.A.1.7	7.Sierra	3091	3091	0,85	3636,47
C.A.1.8	Tomas de corriente monofásica	3680	3680	1	3680,00
C.A.1.9	Tomas de corriente trifásica	11085	11085	1	11085,00
Total			52890,00		59430,81

Cuadro auxiliar 2

Cuadro auxiliar 2					
Línea	Descripción	P(W)	P.instalada (W)	Cos φ	S(VA)
C.A.2.1	8.Afiladora	368	368	0,84	438,10
C.A.2.2	9.Brochadora vertical 1	2576	2576	0,85	3030,59
C.A.2.3	10.Brochadora vertical 2	2576	2576	0,85	3030,59
C.A.2.4	11.Batería taladros	3533	3533	0,87	4060,92
C.A.2.5	12.Fresadora	2356	2356	0,87	2708,05
C.A.2.6	13.Batería taladros	3974	3974	0,87	4567,82



C.A.2.7	14.Taladro	1325	1325	0,87	1522,99
C.A.2.8	15.Roscadora	1325	1325	0,84	1577,38
C.A.2.9	16.Esmeriladora	368	368	0,87	422,99
C.A.2.10	17.Rectificadora	1031	1031	0,86	1198,84
C.A.2.11	18.Rectificadora	1546	1546	0,86	1797,67
C.A.2.12	19.Máquina rebarbas	1840	1840	0,87	2114,94
C.A.2.13	20.Máquina de pulir	1104	1104	0,85	1298,82
C.A.2.14	21.Compresor	3680	3680	0,9	4088,89
C.A.2.15	22.Máquina insertos movil	1840	1840	0,87	2114,94
C.A.2.16	Tomas de corriente monofásica	3680	3680	1	3680,00
C.A.2.17	Tomas de corriente trifásica	11085	11085	1	11085,00
Total			44207		48738,52

Cuadro auxiliar 3

Cuadro auxiliar 3					
Línea	Descripción	P(W)	P.instalada (W)	Cos φ	S(VA)
C.A.3.1	Iluminación taller Parte 1	1600	1712	0,95	1802,11
C.A.3.2	Iluminación taller Parte 2	1600	1712	0,95	1802,11
C.A.3.3	Iluminación taller Parte 3	1600	1712	0,95	1802,11
C.A.3.4	Iluminación emergencia nave 5 lum.(taller)	40	40	0,95	42,11
C.A.3.5	Iluminación emergencia nave 6 lum.(taller)	216	216	0,95	227,37
C.A.3.6	23.Puente grúa 5tn	3080	3080	0,87	3540,23
Total			8472		9216,02

Cuadro auxiliar 4

Cuadro auxiliar 4					
Línea	Descripción	P(W)	P.instalada (W)	Cos φ	S(VA)
C.A.4.1	Iluminación planta baja Parte 1	396	405,00	0,95	426,32
C.A.4.2	Iluminación planta baja Parte 2	564	538,50	0,95	566,84
C.A.4.3	Iluminación planta baja Parte 3	376	396,00	0,95	416,84
C.A.4.4	Iluminación emergencia planta baja,escaleras	102	102,00	0,95	107,37
C.A.4.5	Tomas de corriente monofásica	3680	3680,00	1	3680,00
C.A.4.6	Tomas de corriente monofásica	3680	3680,00	1	3680,00
Total			8801,50		8877,37

*Cuadro auxiliar 5*

Cuadro auxiliar 5					
Línea	Descripción	P(W)	P.instalada (W)	Cos φ	S(VA)
C.A.5.1	Iluminación 1º piso Parte 1	360	347,5	0,95	365,79
C.A.5.2	Iluminación 1º piso Parte 2	144	152	0,95	160,00
C.A.5.3	Iluminación 1º piso Parte 3	360	347,5	0,95	365,79
C.A.5.4	Iluminación emergencia 1º piso	16	16	0,95	16,84
C.A.5.5	Iluminación 2º piso Parte 1	652	626	0,95	658,95
C.A.5.6	Iluminación 2º piso Parte 2	500	478	0,95	503,16
C.A.5.7	Iluminación 2º piso Parte 3	608	592	0,95	623,16
C.A.5.8	Iluminación emergencia 2º piso	60	60	0,95	63,16
C.A.5.9	Tomas corriente monofásica	3680	3680	1	3680,00
		Total	6299		6436,84

Cuadro General de Distribución

CGD					
Línea	Descripción	P(W)	P.instalada(W)	Cos φ	S(VA)
CGD 1	cuadro aux.1	52890	52890	0,89	59426,97
CGD 2	cuadro aux.2	44207	44207	0,91	48579,12
CGD 3	cuadro aux.3	8472	8472	0,92	9208,70
CGD 4	cuadro aux.4	8801,5	8801,5	0,99	8890,40
CGD 5	cuadro aux.5	6299	6299	0,98	6427,55
		Total	120669,5		132532,74

Cuadro Baja Tensión

Cuadro BT					
Línea	Descripción	P(W)	P.instalada (W)	Cos φ	S(VA)
C.B.T.1	Iluminación CT	232	220	0,95	231,58
C.B.T.2	Iluminación emergencia CT	8	8	0,95	8,42
C.B.T.3	Tomas corriente	3680	3680	1	3680,00
		Total	3908		3920,00

En el cuadro de baja tensión falta la línea de la derivación individual, que no está incluida aquí, porque ya está calculada por medio de la suma de todos los subcuadros. En los apartados posteriores no incluiré este cuadro, se verá más adelante, con los cálculos del centro de transformación.



Por tanto, la potencia total de la instalación será de 124.577,50 W. La potencia aparente con la batería de condensadores, con la que se logrará un factor de potencia de 0.97 será:

$$S \text{ (VA)} = \frac{P(W)}{\cos\varphi} = \frac{124577,50}{0,97} = 128430.41 \text{ VA}$$

2.3.3 Cálculo de las intensidades de línea

Para realizar los cálculos se partirá de la potencia consumida por cada uno de los receptores y se usarán las siguientes fórmulas, dependiendo del tipo de red que se tenga:

Receptor monofásico

$$I_n = \frac{P}{V \times \cos\varphi}$$

Receptor trifásico

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

Donde:

I_n : intensidad nominal (A).

P: potencia consumida en cada receptor (W).

V: tensión nominal (V).

$\cos\varphi$: factor de potencia de cada receptor.

Además se tendrá en cuenta el factor de corrección (F_C) que ha de aplicarse en cada caso, dependiendo del tipo de receptor que se tenga (un solo motor, varios motores, lámparas). Al multiplicar este factor de corrección por la intensidad nominal se obtendrá I_{cal} .

Cuando los receptores sean motores la potencia se multiplica por 1.25, ya que según la dicta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en su ITC-BT 47, los conductores que alimenta a motores deben estar dimensionados para una intensidad del 125% de la intensidad a plena carga del motor. Y en el caso en que una línea alimente varios motores, la línea se dimensiona para una intensidad no inferior a la suma del 125% de la intensidad de plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

En los conductores que suministran corriente a lámparas de descarga se calculara para una carga total de 1.8 veces la potencia nominal.

Con las tablas de las potencias del apartado anterior, y las formulas expuestas anteriormente se calcularán las intensidades de todas las líneas, los resultado se ven a continuación.

*Cuadro Auxiliar 1*

Cuadro auxiliar 1							
Línea	P.instalada (W)	Tensión (V)	Cos φ	In(A)	Factor de corrección	Ic(A)	Fase
C.A.1.1	4269	400	0,87	7,08	1,25	8,85	Trifásica
C.A.1.2	2650	400	0,87	4,40	1,25	5,50	Trifásica
C.A.1.3	11702	400	0,85	19,87	1,25	24,84	Trifásica
C.A.1.4	9200	400	0,85	15,62	1,25	19,53	Trifásica
C.A.1.5	6132	400	0,85	10,41	1,25	13,02	Trifásica
C.A.1.6	1081	400	0,85	1,84	1,25	2,29	Trifásica
C.A.1.7	3091	400	0,85	5,25	1,25	6,56	Trifásica
C.A.1.8	3680	230	1	16,00	1	16,00	R-N
C.A.1.9	11085	400	1	16,00	1	16,00	Trifásica
				96,47		112,59	

Cuadro Auxiliar 2

Cuadro auxiliar 2							
Línea	P.instalada (W)	Tensión (V)	Cos φ	In(A)	Factor de corrección	Ic(A)	Fase
C.A.2.1	368	400	0,84	0,63	1,25	0,79	Trifásica
C.A.2.2	2576	400	0,85	4,37	1,25	5,47	Trifásica
C.A.2.3	2576	400	0,85	4,37	1,25	5,47	Trifásica
C.A.2.4	3533	400	0,87	5,86	1,25	7,33	Trifásica
C.A.2.5	2356	400	0,87	3,91	1,25	4,89	Trifásica
C.A.2.6	3974	400	0,87	6,59	1,25	8,24	Trifásica
C.A.2.7	1325	400	0,87	2,20	1,25	2,75	Trifásica
C.A.2.8	1325	400	0,84	2,28	1,25	2,85	Trifásica
C.A.2.9	368	400	0,87	0,61	1,25	0,76	Trifásica
C.A.2.10	1031	400	0,86	1,73	1,25	2,16	Trifásica
C.A.2.11	1546	400	0,86	2,59	1,25	3,24	Trifásica
C.A.2.12	1840	400	0,87	3,05	1,25	3,82	Trifásica
C.A.2.13	1104	400	0,85	1,87	1,25	2,34	Trifásica
C.A.2.14	3680	400	0,9	5,90	1,25	7,38	Trifásica
C.A.2.15	1840	400	0,87	3,05	1,25	3,82	Trifásica
C.A.2.16	3680	230	1	16,00	1	16	S-N
C.A.2.17	11085	400	1	16,00	1	16	Trifásica
				81,04		93,30	

*Cuadro Auxiliar 3*

Cuadro auxiliar 3							
Línea	P.instalada (W)	Tensión(V)	Cos φ	In(A)	Factor de corrección	Ic(A)	Fase
C.A.3.1	1712	230	0,95	7,84	1,8	14,10	R-N
C.A.3.2	1712	230	0,95	7,84	1,8	14,10	S-N
C.A.3.3	1712	230	0,95	7,84	1,8	14,10	T-N
C.A.3.4	40	230	0,95	0,18	1,8	0,33	S-N
C.A.3.5	216	230	0,95	0,99	1,8	1,78	T-N
C.A.3.6	3080	400	0,87	5,11	1,25	6,39	Trifásica
				29,79		50,81	

Cuadro Auxiliar 4

Cuadro auxiliar 4							
Línea	P.instalada (W)	Tensión(V)	Cos φ	In(A)	Factor de corrección	Ic(A)	Fase
C.A.4.1	405,00	230	0,95	1,85	1,8	3,34	R-N
C.A.4.2	538,50	230	0,95	2,46	1,8	4,44	S-N
C.A.4.3	396,00	230	0,95	1,81	1,8	3,26	T-N
C.A.4.4	102,00	230	0,95	0,47	1,8	0,84	R-N
C.A.4.5	3680,00	230	1	16,00	1	16,00	S-N
C.A.4.6	3680,00	230	1	16,00	1	16,00	T-N
				38,60		43,88	

Cuadro Auxiliar 5

Cuadro auxiliar 5							
Línea	P.instalada (W)	Tensión(V)	Cos φ	In(A)	Factor de corrección	Ic(A)	Fase
C.A.5.1	347,5	230	0,95	1,59	1,8	2,86	R-N
C.A.5.2	152	230	0,95	0,70	1,8	1,25	S-N
C.A.5.3	347,5	230	0,95	1,59	1,8	2,86	T-N
C.A.5.4	16	230	0,95	0,07	1,8	0,13	R-N
C.A.5.5	626	230	0,95	2,86	1,8	5,16	R-N
C.A.5.6	478	230	0,95	2,19	1,8	3,94	S-N
C.A.5.7	592	230	0,95	2,71	1,8	4,88	T-N
C.A.5.8	60	230	0,95	0,27	1,8	0,49	S-N
C.A.5.9	3680	230	1	16,00	1	16,00	T-N
				27,99		37,58	



Cuadro General de Distribución

CGD						
Línea	P.instalada (W)	Tensión(V)	Cos φ	In(A)	Ic(A)	Fase
CGD 1	52890	400	0,89	96,47	112,59	Trifásica
CGD 2	44207	400	0,91	81,04	93,3	Trifásica
CGD 3	8472	400	0,92	29,79	50,81	Trifásica
CGD 4	8801,5	400	0,99	38,6	43,88	Trifásica
CGD 5	6299	400	0,98	27,99	37,58	Trifásica
				273,89	338,16	

2.3.4 Cálculo de la potencia del transformador

Tras el cálculo de las potencia e intensidades de la instalación podremos ver ya es tipo de transformador más adecuado a nuestras necesidades.

Elegiremos un transformador de 250kVA, ya que nos proporcionará una intensidad de 360,84 A, y la demanda de nuestra nave es de 338,16 A.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} = \frac{250kVA}{\sqrt{3} \times 400} = 360,84 \text{ A}$$



2.4 CÁLCULO DE LAS SECCIONES DE LOS CONDUCTORES

2.4.1 Introducción

Una vez conocidas las intensidades de cada línea podemos proceder ya con el cálculo de las secciones de cada una, para así poder ya elegir el conductor adecuado para línea y poder realizar los cálculos de las protecciones.

El cálculo de la sección se realiza siguiendo el método descrito en la memoria, es decir, una vez conocidas las intensidades que circulan por cada línea; así como diversos datos como son el material del conductor (aluminio o cobre), tipo de instalación (en bandeja, bajo tubo...), material aislante (XLPE, PVC...), tipo de cable (unipolar, multiconductor); se procederá a realizar los cálculos según el criterio térmico y el de caída de tensión.

Criterio Térmico

Se hallará la sección necesaria a partir de las tablas que da el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en sus ITC-BT 06 si la línea es aérea, ITC-BT 07 si es subterránea o en la ITC-BT 19 si es una instalación interior.

Criterio de Caída de Tensión

Teniendo en cuenta las condiciones que vienen recogidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, las máximas caídas de tensión en líneas de fuerza será del 6,5%, mientras que será del 4,5% para líneas de alumbrado.

Por tanto habrá que ver que sección es la adecuada para que la caída de tensión en las líneas no supere esos valores.

Según sea la línea trifásica o monofásica tendremos distintas expresiones para calcular las secciones en función de las caídas de tensión.

En el caso de que la línea sea trifásica, se calculara la sección con la siguiente expresión:

$$S = \frac{L \cdot P}{\sigma \cdot u \cdot V}$$

Y en el caso de que la línea sea monofásica, se calculara mediante la siguiente expresión

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\sigma \cdot u \cdot V}$$

Donde:



S: Sección del conductor en mm^2 .

P: Intensidad de la línea en (W).

V: Tensión(V)

L: Longitud por el conductor en (m).

σ : Conductividad del material conductor ($\text{m}/\Omega\text{mm}^2$), en este caso la del cobre que es $56 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$.

u: Porcentaje de la máxima caída de tensión admisible.

$\cos \varphi$: Factor de potencia total por la línea

Una vez calculada la sección por ambos métodos, se escogerá la que mayor sección de las dos nos haya proporcionado. Para finalizar obtenemos la sección del neutro y del cable de protección siguiendo la tabla 1 de la ITC-BT 07 u otras ITC's correspondientes.

2.4.2 Sección de la derivación individual

A continuación veremos cómo se calcula la sección para la derivación individual, posteriormente vendrán todas las demás resumidas en tablas, ya que el cálculo para el resto se realiza de la misma manera.

La derivación individual será de tipo enterrada, así que habrá que aplicar un factor de corrección tal como indica la ITC-BT-07. El conductor será de cobre y su aislamiento será una mezcla de polietileno reticulado (XLPE).

Criterio Térmico

Como hemos visto en el apartado de cálculo de las intensidades de línea, por la derivación individual, circulará una intensidad de 338,16 A. Por tanto, al ser enterrada, vamos al reglamento a la instrucción ITC-BT-07, y aplicando un factor de corrección de 0,7 por tratarse de 3 conductores unipolares en contacto tenemos una intensidad de cálculo de 422,67 A. Con ello vemos que su sección correspondiente es de 150 mm^2 .

Criterio de Caída de Tensión

Al tratarse de una línea trifásica, utilizamos la fórmula antes expuesta:

$$S = \frac{LP}{\sigma \cdot u \cdot V}$$

Donde la potencia será de 120669,5 W, la longitud será de 52 m, la conductividad del cobre será de $56 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$ y la caída de tensión será del 1.5% por tratarse de la derivación individual, por tanto será el 1.5% de la tensión, que será 400 V, es decir será 6.



Por tanto, la sección nos dará $S=46.69 \text{ mm}^2$

Por lo tanto, elegiremos la sección del criterio térmico, al ser mayor que la del criterio de caída de tensión. (150 mm^2 , pero al calcular las protecciones tenemos que cambiar a 400 mm^2).

Por último, habría que comprobar que se cumple la caída de tensión, es decir, que es menor que el 1,5% en el caso de la derivación individual. Para ello calcularíamos con la siguiente fórmula y sumándole la caída de tensión de las líneas que tenga por encima:

$$u = \frac{L \cdot P}{\sigma \cdot S \cdot V} + CdT(\text{líneas anteriores})$$

$$u = \frac{52 \cdot 120669,5}{56 \cdot 400 \cdot 400} + 0,186 = 0,886$$

El 0,186 es la caída de tensión de la línea que une el transformador con el cuadro de baja tensión, que es la línea que está por encima de la derivación individual. Está calculada en el apartado cálculos del centro de transformación del presente documento.

Luego se hace $(u/400) \cdot 100$, para ver el resultado en tanto por ciento, y si es menor que 1,5 se cumple y está bien, si fuera mayor, habría que elegir una sección mayor y volver a comprobar.

$$(0,886/400) \cdot 100 = 0,2215\% < 1.5\%. \text{ Se cumple.}$$

Habría que tener en cuenta por último que al realizar el cálculo de las protecciones es probable que al calcular el calibre de las mismas, haya que aumentar la sección de algunos conductores para que cumplan los requisitos. Así, como veremos posteriormente, para la derivación individual, será necesario una sección definitiva de 400 mm^2 . La sección del neutro en este caso será de 185 mm^2 tal y como se indica en la ITC-BT-07, y no habrá conductor de protección. Irá enterrada bajo tubo de 200 mm de diámetro.

2.4.3 Secciones del resto de conductores

A continuación se exponen unas tablas con las secciones del resto de los conductores, las secciones son las definitivas, contando también con los cambios realizados tras el cálculo de las protecciones.

Todos los cables son de cobre y el tipo de aislamiento XLPE.

Cuadro General de Distribución



CGD								
Línea	Potencia(W)	Longitud(m)	Canalización	Conductor(mm ²)	Neutro(mm ²)	CP(mm ²)	CdT(%)	Diametro tubo(mm)
CGD 1	52.890	45	Bandeja	35	35	16	0,98	50
CGD 2	44.207	28	Bandeja	25	25	16	0,77	50
CGD 3	8.472	10	Bandeja	16	16	16	0,28	50
CGD 4	8.801,5	29	Bandeja	10	10	10	0,51	50
CGD 5	6.299	27	Bandeja	6	6	6	0,54	50

Cuadro Auxiliar 1

Cuadro aux. 1								
Línea	Potencia(W)	Longitud(m)	Canalización	Conductor(mm ²)	Neutro(mm ²)	CP(mm ²)	CdT(%)	Diametro tubo(mm)
C.A.1.1	4.269	14	Bandeja	1,5	1,5	4	1,65	16
C.A.1.2	2.650	14	Bandeja	1,5	1,5	4	1,48	16
C.A.1.3	11.702	8	Bandeja	4	4	4	1,46	20
C.A.1.4	9.200	2	Bandeja	6	6	6	1,24	25
C.A.1.5	6.132	10	Bandeja	1,5	1,5	4	1,66	16
C.A.1.6	1.081	22	Bandeja	1,5	1,5	4	1,38	16
C.A.1.7	3.091	29	Bandeja	1,5	1,5	4	1,87	16
C.A.1.8	3.680	28	Bajo tubo	2,5	2,5	4	4,87	20
C.A.1.9	11.085	28	Bajo tubo	2,5	2,5	4	2,59	20

Cuadro Auxiliar 2

Cuadro aux. 2								
Línea	Potencia(W)	Longitud(m)	Canalización	Conductor(mm ²)	Neutro(mm ²)	CP(mm ²)	CdT(%)	Diametro tubo(mm)
C.A.2.1	368	17	Bandeja	1,5	1,5	4	1,04	16
C.A.2.2	2.576	19	Bandeja	1,5	1,5	4	1,36	16
C.A.2.3	2.576	20	Bandeja	1,5	1,5	4	1,38	16
C.A.2.4	3.533	20	Bandeja	1,5	1,5	4	1,52	16
C.A.2.5	2.356	21	Bandeja	1,5	1,5	4	1,36	16
C.A.2.6	3.974	19	Bandeja	1,5	1,5	4	1,56	16
C.A.2.7	1.325	21	Bandeja	1,5	1,5	4	1,20	16
C.A.2.8	1.325	22	Bandeja	1,5	1,5	4	1,21	16
C.A.2.9	368	16	Bandeja	1,5	1,5	4	1,04	16
C.A.2.10	1.031	16	Bandeja	1,5	1,5	4	1,12	16
C.A.2.11	1.546	17	Bandeja	1,5	1,5	4	1,19	16
C.A.2.12	1.840	22	Bandeja	1,5	1,5	4	1,30	16



C.A.2.13	1.104	24	Bandeja	1,5	1,5	4	1,19	16
C.A.2.14	3.680	24	Bandeja	1,5	1,5	4	1,65	16
C.A.2.15	1.840	13	Bandeja	1,5	1,5	4	1,17	16
C.A.2.16	3.680	16	Bajo tubo	2,5	2,5	4	3,32	20
C.A.2.17	11.085	16	Bajo tubo	2,5	2,5	4	1,79	20

Cuadro Auxiliar 3

Cuadro aux. 3								
Línea	Potencia (W)	Longitud (m)	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro (mm ²)	CP(mm ²)	CdT(%)	Diametro tubo(mm)
C.A.3.1	1.712	68	Bandeja+ tubo	4	4	4	2,84	20
C.A.3.2	1.712	61	Bandeja+ tubo	4	4	4	2,64	20
C.A.3.3	1.712	54	Bandeja+ tubo	2,5	2,5	4	3,37	20
C.A.3.4	40	35	Bandeja+ tubo	1,5	1,5	4	0,94	16
C.A.3.5	216	50	Bandeja+ tubo	1,5	1,5	4	1,36	16
C.A.3.6	3.080	24	Bandeja+ tubo	1,5	1,5	4	1,05	16

Cuadro Auxiliar 4

Cuadro aux. 4								
Línea	Potencia (W)	Longitud (m)	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro (mm ²)	CP(mm ²)	CdT(%)	Diametro tubo(mm)
C.A.4.1	405	18	Bajo tubo	1,5	1,5	4	1,59	20
C.A.4.2	538,5	21	Bajo tubo	1,5	1,5	4	1,78	20
C.A.4.3	396	14	Bajo tubo	1,5	1,5	4	1,52	20
C.A.4.4	102	25	Bajo tubo	1,5	1,5	4	1,38	20
C.A.4.5	3680	20	Bajo tubo	2,5	2,5	4	3,25	20
C.A.4.6	3.680	22	Bajo tubo	2,5	2,5	4	3,45	20

Cuadro Auxiliar 5



Cuadro aux. 5								
Línea	Potencia (W)	Longitud(m)	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro(mm ²)	CP(mm ²)	CdT(%)	Diámetro tubo(mm)
C.A.5.1	347,5	11	Bajo tubo	1,5	1,5	4	1,49	20
C.A.5.2	152	10	Bajo tubo	1,5	1,5	4	1,39	20
C.A.5.3	347,5	13	Bajo tubo	1,5	1,5	4	1,52	20
C.A.5.4	16	13	Bajo tubo	1,5	1,5	4	1,33	20
C.A.5.5	626	25	Bajo tubo	1,5	1,5	4	2,03	20
C.A.5.6	478	28	Bajo tubo	1,5	1,5	4	1,92	20
C.A.5.7	592	31	Bajo tubo	1,5	1,5	4	2,15	20
C.A.5.8	60	30	Bajo tubo	1,5	1,5	4	1,40	20
C.A.5.9	3680	32	Bajo tubo	2,5	2,5	4	4,50	20

El conductor de mando del cuadro de encendido del taller está calculado a mano, con una longitud de 10 metros y bajo tubo, nos queda un conductor de sección 1,5 mm², 1,5 mm² el neutro y 4 mm² el conductor de protección.

Para poder interpretar las tablas; la potencia es la potencia de los receptores; la longitud, es la longitud de los cables, desde el cuadro hasta el receptor; la canalización, es el tipo de canalización por la que van los cables, ya sea bandeja portacables, bajo tubo etc; el conductor, es la sección de los conductores de fase; el neutro, es la sección del conductor neutro; el CP, es la sección del conductor de protección; la CdT es la caída de tensión en esa línea y por último, el diámetro tubo es el diámetro del tubo por el que van los conductores. Los que van por bandeja, también tendrán un tramo por el que van bajo tubo, que es al salir del cuadro y hasta que llegan a la bandeja. Está visto en la MEMORIA.



2.5 CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES

2.5.1 Introducción

Para el cálculo de las protecciones seguiremos el método expuesto en el documento MEMORIA del presente proyecto. Para ello hay que seguir unos pasos, que serán: el cálculo del calibre de las protecciones. Posteriormente habrá que calcular las intensidades de cortocircuito tanto máximas, para hallar el poder de corte de las protecciones, como mínimas para hallar la curva de las mismas. Por último habrá que comprobar que el tiempo máximo que el conductor puede soportar la intensidad de cortocircuito sea mayor que el tiempo de desconexión.

Es posible que el cálculo de las protecciones haga que tengamos que modificar alguna sección previamente calculada debido a la intensidad normalizada de los interruptores (calibre), el tiempo máximo, o algunas normas como las descritas en la ITC-BT-25 que obliga a unas determinadas secciones e intensidades de los interruptores, no obstante, las secciones expuestas en el apartado anterior son ya las definitivas.

Para realizar el cálculos, realizaremos primero el cálculo de los interruptores automáticos, y posteriormente los diferenciales. Para el cálculo de las intensidades de cortocircuito nos hemos ayudado de hojas de cálculo EXCEL. En los apartados posteriores procuraremos exponer en tablas los resultados lo más detalladamente posible.

2.5.2 Datos previos

Para el cálculo de las intensidades de cortocircuito es necesario conocer antes unos datos previos que usaremos siempre.

La impedancia de red

$$Z_a = X = \frac{U^2}{S_{cc}}$$

Estará referido a media tensión, para referirla a baja tensión:

$$Z_{BT} = Z_a \cdot \left(\frac{U_{BT}}{U_{MT}}\right)^2$$

Donde S_{cc} es la corriente de cortocircuito al principio de la línea en MVA dado por la compañía eléctrica. Será 400MVA.

Las U serán las tensiones, 13200 V la de media tensión y 400 V la de baja tensión.



$$Z_a = \frac{13200^2}{40000000} = 0.4356 \Omega$$

$Z_{BT} = 0.4356 \cdot \frac{400^2}{13200^2} = 0.0004 \Omega$ La parte resistiva se desprecia frente a la reactancia.

La impedancia del transformador

$$Z_T = X = U_{cc} \cdot \frac{U^2}{S}$$

Donde

U: Tensión en vacío entre fases en V.

U_{cc}: Tensión de cortocircuito en %. (Para trafos de 250 kVA 4%)

S: Potencia nominal del transformador en kVA.

Z_T: Impedancia del transformador en jΩ. Es totalmente inductiva.

$$Z_T = 0.04 \cdot \frac{400^2}{250000} = 0.0256 \Omega$$

Las impedancias de las líneas de baja tensión

Se calcularán de la siguiente forma:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

Donde:

R: Resistencia del conductor en ohmios.

ρ: Resistividad del material. La de un conductor de cobre a 20°C es de 0,01724 Ω×mm²/m y la de un conductor de aluminio a 20°C es de 0,02857 Ω×mm²/m.

L = Longitud del conductor.

S = Sección por fase del conductor.

Aquí conforme vayamos yendo aguas abajo, se tendrán en cuenta todas las líneas que hay por encima. La de la derivación individual será:

$$R = 0.018 \cdot \frac{52}{400} = 0.00234 \Omega$$



Las impedancias de los automatismos

Esta impedancia representa los automatismos (protecciones, relés, bobinas...) de aguas arriba. El valor de la impedancia de cada automatismo es de $0,15 \text{ } \mu\Omega$.

$$Z_{aut} \approx X_{aut} = \text{Número_de_automatismos} \times 0,15 \text{ } \mu\Omega$$

En el número de automatismos se incluye el que se está calculando, así como otros de otra índole, como diferenciales, etc.

Una vez conocidos estos datos, podemos calcular ya las intensidades de cortocircuito máximas. Para el cálculo de las intensidades de cortocircuito mínimas tenemos que tener en cuenta unas consideraciones más que veremos adelante.

A continuación se expone una tabla con todos los datos previos a tener en cuenta:

Scc(VA)	Potencia de cortocircuito de red. Para calcular la impedancia de red
400000000	
Umt(V)	Tensión en el lado de media
13200	
Ubt(V)	Tensión en el lado de baja
400	
Sn(VA)	Potencia del transformador
250000	
Ucc(%)	Para calcular la impedancia del transformador
0,04	
ρ resistividad Cu a 20º	Resistividad del cobre
0,018	

C _{lccmax}	Para calcular la intensidad de cortocircuito máxima
1	
C _{lccmin}	Para calcular la intensidad de cortocircuito mínima
0,95	
T ^a XLPE permanente(°C)	Para la intensidad de cortocircuito mínima
20	
T ^a XLPE ccto(°C)	Para la intensidad de cortocircuito mínima
250	
ΔT^a (°C)	Para la intensidad de cortocircuito mínima
230	
α	Para la intensidad de cortocircuito mínima
0,004	



2.5.3 Cálculo de las protecciones magnetotérmicas

Para poder ver mejor el proceso de cálculo de las protecciones, vamos a calcular un ejemplo para el resto resumirlo en tablas, ya que se calcularán de similar manera.

Vamos a calcular el interruptor magnetotérmico M.CGD1 situado en el cuadro general de distribución y que protege a la línea CGD 1, que será la línea que va del cuadro general de distribución, al cuadro auxiliar 1.

Calibre

Como se puede ver en el apartado 2.3.3 (Cálculo de las intensidades de línea) del presente documento, la intensidad de cálculo de esta línea será 112,59 A. No le aplicaremos ningún factor de corrección ya que no es una línea enterrada. Su sección es de 35 mm², y está calculada en el apartado 2.4.3 (Secciones del resto de los conductores) del presente documento. Con estos datos vamos a la ITC-BT-19 y tenemos que la intensidad admisible será 131 A. Por tanto, el calibre será el valor normalizado que esté entre la intensidad de cálculo y la intensidad admisible. En este caso, el calibre será de:

$$I_n = 125 \text{ A}$$

Poder de corte

Para calcular el poder de corte, tenemos que calcular la intensidad de cortocircuito máxima según el método descrito en el documento MEMORIA de este proyecto, en el apartado 1.7.3.3 (Cálculo de las intensidades de cortocircuito).

Por ser línea trifásica, el cortocircuito más desfavorable será el tripolar, por tanto, la intensidad máxima será:

$$I_{cc_{\max}} = \frac{C \times U_n}{\sqrt{3} \times |Z_d|}$$

Donde:

$I_{cc_{\max}}$: Corriente de cortocircuito eficaz en A.

C: Variación de tensión. Su valor para instalaciones de baja tensión, a 230/400 V es de 1.

U_n : Tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

Z_d : Impedancia directa por fase de la red aguas arriba del defecto en ohmios.

Para calcular Z_d tendremos en cuenta los datos previos vistos en el apartado 2.5.2 (Datos previos) del presente documento.



La impedancia de la red será $Z_{BT} = 0.0004j\Omega$

La impedancia del transformador será $Z_T = 0.0256j\Omega$

Las líneas que tiene por encima serán, la derivación individual, y la línea C2, que es la línea que une el transformador con el cuadro de baja tensión, y está calculada en el apartado Cálculos del centro de transformación del presente documento. Por tanto, para las impedancias de línea, hay que tener en cuenta estas dos líneas.

$$R_{C2} = \rho \cdot \frac{L}{S} = 0,018 \cdot \frac{4}{240} = 0,0003\Omega$$

$$R_{DI} = 0,00234\Omega$$

La impedancia de los automatismos será de

$$Z_{aut} = 4 \cdot 0.15jm\Omega = 0.0006j\Omega$$

Por tanto, Z_D será la suma de todas las impedancias. Hay que tener cuidado, no se pueden sumar directamente, ya que algunas son resistivas puras y el resto inductivas.

Se suman y nos da que $Z_D = 0.02673\Omega$

Ya podemos calcular la $I_{cc_{\max}}$

$$I_{cc_{\max}} = \frac{1 \times 400}{\sqrt{3} \times |0.02673|} = 8639.51A$$

Por tanto el poder de corte será el normalizado inmediatamente superior, en este caso 10kA.

Curva de funcionamiento

Para calcular la curva, tenemos que calcular la intensidad de cortocircuito mínima según el método descrito en el documento MEMORIA de este proyecto, en el apartado 1.7.3.3 (Cálculo de las intensidades de cortocircuito).

Esta corriente se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc_{\min}} = \frac{C \times U_n \times \sqrt{3}}{2 \times Z_{d_nueva} + Z_o}$$



Donde:

$I_{cc_{min}}$: Corriente de cortocircuito eficaz en A.

C: Variación de tensión. Su valor para instalaciones de baja tensión, a 230/400 V es de 0,95.

U_n : Tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

$Z_{d_{nueva}}$: Impedancia directa en ohmios, teniendo en cuenta la temperatura de cortocircuito que es de 250°C.

Z_0 : Impedancia homopolar en ohmios.

Tenemos que calcular por tanto la $Z_{d_{nueva}}$, que en las tablas posteriores aparecerá como Z_d' .

Para ello se debe tener en cuenta la impedancia directa de la línea más desfavorable, es decir, también hay que tener en cuenta las impedancias aguas abajo. Otra novedad es que para calcular la nueva impedancia de la línea, hay que calcularla a temperatura de cortocircuito (250°C). Para ello se hace la siguiente transposición:

$$Z_{L_{250^{\circ}C}} = Z_{L_{20^{\circ}C}} \cdot (1 + \alpha \Delta T)$$

•

Donde:

$$\alpha = 4 \times 10^{-3}$$

$$\Delta T = 250^{\circ}C - 20^{\circ}C = 230^{\circ}C$$

Por tanto

$$Z_{d_{nueva}} = Z_{MT} + Z_T + Z_{L_{250^{\circ}C}} + Z_{aut}$$

El valor inductivo no varía con la temperatura, por tanto las impedancias de red, transformador y automatismos permanecen constantes. Habrá que incluir también la impedancia de la propia línea:

$$Z_{C2_{250^{\circ}C}} = Z_{C2_{20^{\circ}C}} \cdot (1 + \alpha \Delta T)$$

$$Z_{C2_{250^{\circ}C}} = 0,0003 \cdot (1 + 0,004 \cdot 230) = 0,000576 \Omega$$

$$Z_{DI_{250^{\circ}C}} = Z_{DI_{20^{\circ}C}} \cdot (1 + \alpha \Delta T)$$

$$Z_{DI_{250^{\circ}C}} = 0,00234 \cdot (1 + 0,004 \cdot 230) = 0,004493 \Omega$$

$$Z_{CGD1_{20^{\circ}C}} = \rho \cdot \frac{L}{S} = 0,018 \cdot \frac{45}{35} = 0,02314 \Omega$$

$$Z_{CGD1_{250^{\circ}C}} = Z_{CGD1_{20^{\circ}C}} \cdot (1 + \alpha \Delta T)$$

$$Z_{CGD1_{250^{\circ}C}} = 0,002314 \cdot (1 + 0,004 \cdot 230) = 0,04443 \Omega$$



Por tanto, sumando las Z de todas las líneas anteriores y de la propia línea, nos da una Z de líneas total de $0,0495\Omega$, resistivo puro.

Por tanto sumamos la Z nueva de todas las líneas a las de Z de red, transformador y automatismos, teniendo cuidado ya que estos últimos son inductivos:

$$Z'_D = \sqrt{0,0495^2 + (0,0004 + 0,0256 + (4 \cdot 0,00015))^2}$$

$$Z'_D = 0,0562\Omega$$

A continuación habrá que calcular la impedancia homopolar Z_o

En este caso también se calcula la impedancia al final de la línea.

$$Z_o = Z_{ao} + Z_{To} + Z_{Lo} + Z_{auto}$$

Donde:

$$Z_{ao} = 0$$

$$Z_{To} = Z_T$$

$$Z_{Lo} = 3 \times Z_{L_{250^\circ\text{C}}}$$

$$Z_{auto} = 3 \times Z_{aut}$$

La impedancia del transformador era de $Z_T = 0,0256j\Omega$, por tanto, la componente homopolar será:

$$Z_{To} = 0,0256j\Omega$$

La impedancia de las líneas era $Z_L = 0,0495\Omega$, por tanto, la componente homopolar será:

$$Z_{Lo} = 3 \cdot 0,0495 = 0,14851\Omega$$

La impedancia de los automatismos era $Z_{aut} = 0,0006j\Omega$, por tanto, la componente homopolar será:

$$Z_{auto} = 3 \cdot 0,0006 = 0,0018j\Omega$$

Por tanto, la impedancia homopolar Z_o será la suma de estas:

$$Z_o = \sqrt{(0,0256 + 0,0018)^2 + 0,14851^2} = 0,1510\Omega$$



Con estos datos podemos calcular ya la intensidad de cortocircuito mínima:

$$I_{cc\min} = \frac{0,95 \cdot 400 \cdot \sqrt{3}}{|2 \cdot 0,0562 + 0,1510|} = 2498,6878A$$

Finalmente ya se puede conocer el tipo de curva del interruptor magnetotérmico de la siguiente manera:

- $I_{cc\min}$ Mayor o igual que $5 \cdot I_n \rightarrow$ La curva es de tipo B.
- $I_{cc\min}$ Mayor o igual que $10 \cdot I_n \rightarrow$ La curva es de tipo C.
- $I_{cc\min}$ Mayor o igual que $20 \cdot I_n \rightarrow$ La curva es de tipo D.

Por tanto en nuestro caso tenemos, que la intensidad nominal o calibre es

$$I_n = 125 A$$

$$5 \cdot 125 = 625 A$$

$$10 \cdot 125 = 1250 A$$

$$20 \cdot 125 = 2500 A$$

Vemos entonces como $I_{cc\min} = 2498,6878A$ es mayor que 625 y 1250 A, pero menor que 2500 A, por tanto podremos elegir las curvas B o C, pero no la D. Elegiremos por tanto la curva C.

Queda comprobar por último el t_{mcicc} , que es el tiempo máximo que el conductor puede soportar la intensidad de cortocircuito, y se calcula de la siguiente forma:

$$t_{mcicc} = \frac{C_c \cdot S^2}{I_{cc\min}^2}$$

$$t_{mcicc} = \frac{20449 \cdot 35^2}{2498,6878^2} = 4,0122s > 01s$$

Es mayor que 0,1s con lo cual se cumple y no es necesario aumentar la sección.

Así se van haciendo los cálculos del resto de interruptores automáticos de todas las líneas, teniendo cuidado de incluir las líneas aguas arriba a la hora de calcular las impedancias de línea.

A continuación unas tablas con todos los cálculos de los interruptores automáticos resumidos. Estos son los datos de cálculo, no son los definitivos, ya que a la hora de elegir los interruptores, hay algún dato que cambia. Los datos definitivos así como los interruptores elegidos están en el documento MEMORIA del presente proyecto, en el apartado 1.7.5.



Cuadro General de Distribución

CGD								
Línea	Magnetotérmico	Nº de polos	In(A)	Iccmax(A)	PdC (kA)	Iccmin(A)	Curva	tmcicc(s)
DI	M.D.I.	4 (III+N)	630	8737,08	10	7824,20	C	54,32
CGD 1	M.CGD 1	4 (III+N)	125	8639,51	10	2498,69	C	4,01
CGD 2	M.CGD 2	4 (III+N)	100	8639,51	10	2781,78	C	1,65
CGD 3	M.CGD 3	4 (III+N)	63	8639,51	10	4116,15	C	0,31
CGD 4	M.CGD 4	4 (III+N)	50	8639,51	10	1231,93	C	1,35
CGD 5	M.CGD 5	4 (III+N)	40	8639,51	10	814,48	C	1,11

Cuadro Auxiliar 1

Cuadro aux. 1								
Línea	Magnetotérmico	Nº de polos	In(A)	Iccmax(A)	PdC (kA)	Iccmin(A)	Curva	tmcicc(s)
CGD 1	M.C.A.1	4 (III+N)	125	6215,98	10	7824,20	C	4,03
C.A.1.1	M.C.A.1.1	4 (III+N)	10	6179,96	10	353,36	C	0,37
C.A.1.2	M.C.A.1.2	4 (III+N)	10	6179,96	10	353,36	C	0,37
C.A.1.3	M.C.A.1.3	4 (III+N)	25	6179,96	10	1096,30	C	0,27
C.A.1.4	M.C.A.1.4	4 (III+N)	32	6179,96	10	2064,47	C	0,17
C.A.1.5	M.C.A.1.5	4 (III+N)	16	6179,96	10	469,25	C	0,21
C.A.1.6	M.C.A.1.6	4 (III+N)	10	6179,96	10	236,46	C	0,82
C.A.1.7	M.C.A.1.7	4 (III+N)	10	6179,96	10	183,36	C	1,37
C.A.1.8	M.C.A.1.8	2 (I+N)	20	3077,40	4,5	173,22	B	4,26
C.A.1.9	M.C.A.1.9	4 (III+N)	20	6179,96	10	301,24	C	1,41

Cuadro Auxiliar 2

Cuadro aux. 2								
Línea	Magnetotérmico	Nº de polos	In(A)	Iccmax(A)	PdC (kA)	Iccmin(A)	Curva	tmcicc(s)
CGD 2	M.C.A.2	4 (III+N)	100	6570,45	10	2775,92	C	1,66
C.A.2.1	M.C.A.2.1	4 (III+N)	10	6527,95	10	302,02	C	0,50
C.A.2.2	M.C.A.2.2	4 (III+N)	10	6527,95	10	273,16	C	0,62
C.A.2.3	M.C.A.2.3	4 (III+N)	10	6527,95	10	260,71	C	0,68
C.A.2.4	M.C.A.2.4	4 (III+N)	10	6527,95	10	260,71	C	0,68
C.A.2.5	M.C.A.2.5	4 (III+N)	10	6527,95	10	249,34	C	0,74
C.A.2.6	M.C.A.2.6	4 (III+N)	10	6527,95	10	273,16	C	0,62
C.A.2.7	M.C.A.2.7	4 (III+N)	10	6527,95	10	249,34	C	0,74
C.A.2.8	M.C.A.2.8	4 (III+N)	10	6527,95	10	238,92	C	0,81



C.A.2.9	M.C.A.2.9	4 (III+N)	10	6527,95	10	318,86	C	0,45
C.A.2.10	M.C.A.2.10	4 (III+N)	10	6527,95	10	318,86	C	0,45
C.A.2.11	M.C.A.2.11	4 (III+N)	10	6527,95	10	302,02	C	0,50
C.A.2.12	M.C.A.2.12	4 (III+N)	10	6527,95	10	238,92	C	0,81
C.A.2.13	M.C.A.2.13	4 (III+N)	10	6527,95	10	220,49	C	0,95
C.A.2.14	M.C.A.2.14	4 (III+N)	10	6527,95	10	220,49	C	0,95
C.A.2.15	M.C.A.2.15	4 (III+N)	10	6527,95	10	382,88	C	0,31
C.A.2.16	M.C.A.2.16	2 (I+N)	20	3250,69	4,5	284,96	C	1,57
C.A.2.17	M.C.A.2.17	4 (III+N)	20	6527,95	10	495,59	C	0,52

Cuadro Auxiliar 3

Cuadro aux. 3								
Línea	Magnetotérmico	Nº de polos	In(A)	Iccmax(A)	PdC (kA)	Iccmin(A)	Curva	tmcicc(s)
CGD 3	M.C.A.3	4 (III+N)	63	7661,93	10	4097,68	C	0,31
C.A.3.1	M.C.A.3.1	2 (I+N)	25	3781,92	4,5	123,18	B	21,56
C.A.3.2	M.C.A.3.2	2 (I+N)	25	3781,92	4,5	136,62	B	17,53
C.A.3.3	M.C.A.3.3	2 (I+N)	20	3781,92	4,5	97,87	B	13,34
C.A.3.4	M.C.A.3.4	2 (I+N)	10	3781,92	4,5	90,83	B	5,58
C.A.3.5	M.C.A.3.5	2 (I+N)	10	3781,92	4,5	64,21	B	11,16
C.A.3.6	M.C.A.3.6	4 (III+N)	10	7594,76	10	226,99	C	0,89

Cuadro Auxiliar 4

Cuadro aux. 4								
Línea	Magnetotérmico	Nº de polos	In(A)	Iccmax(A)	PdC (kA)	Iccmin(A)	Curva	tmcicc(s)
CGD 4	M.C.A.4	4 (III+N)	50	2176,31	3	708,06	C	4,08
C.A.4.1	M.C.A.4.1	2 (I+N)	10	1880,67	3	145,46	C	2,17
C.A.4.2	M.C.A.4.2	2 (I+N)	10	1880,67	3	128,41	C	2,79
C.A.4.3	M.C.A.4.3	2 (I+N)	10	1880,67	3	176,74	C	1,47
C.A.4.4	M.C.A.4.4	2 (I+N)	10	1880,67	3	111,06	C	3,73
C.A.4.5	M.C.A.4.5	2 (I+N)	20	1880,67	3	198,02	B	3,26
C.A.4.6	M.C.A.4.6	2 (I+N)	20	1880,67	3	184,68	B	3,75

Cuadro Auxiliar 5

Cuadro aux. 5								
Línea	Magnetotérmico	Nº de polos	In(A)	Iccmax(A)	PdC (kA)	Iccmin(A)	Curva	tmcicc(s)
CGD 5	M.C.A.5	4 (III+N)	40	1309,59	3	468,24	C	3,36



C.A.5.1	M.C.A.5.1	2 (I+N)	10	1308,23	3	182,63	C	1,38
C.A.5.2	M.C.A.5.2	2 (I+N)	10	1308,23	3	193,37	C	1,23
C.A.5.3	M.C.A.5.3	2 (I+N)	10	1308,23	3	164,37	C	1,70
C.A.5.4	M.C.A.5.4	2 (I+N)	10	1308,23	3	164,37	C	1,70
C.A.5.5	M.C.A.5.5	2 (I+N)	10	1308,23	3	102,73	C	4,36
C.A.5.6	M.C.A.5.6	2 (I+N)	10	1308,23	3	93,92	B	5,22
C.A.5.7	M.C.A.5.7	2 (I+N)	10	1308,23	3	86,50	B	6,15
C.A.5.8	M.C.A.5.8	2 (I+N)	10	1308,23	3	88,84	B	5,83
C.A.5.9	M.C.A.5.9	2 (I+N)	20	1308,23	3	125,47	B	8,12

Cuadro De Baja Tensión

Cuadro BT								
Línea	Magnetotérmico	Nº de polos	In(A)	Iccmax(A)	PdC (kA)	Iccmin(A)	Curva	tmcicc (s)
Conexión trafo-Cuadro BT(C2)	IG	4(III+N)	400	8830,78	10	8393,01	C	16,72
C.B.T.1	M.C.B.T.1	2 (I+N)	10	4347,55	4,5	645,95	C	0,11
C.B.T.2	M.C.B.T.2	2 (I+N)	10	4347,55	4,5	540,69	C	0,16
C.B.T.3	M.C.B.T.3	2 (I+N)	20	4347,55	4,5	764,52	C	0,22
Bcond	M.Bcond	4(III+N)	160	8780,42	10	8230,35	C	1,48

Hay que tener en cuenta que estos son los cálculos, sobre los cálculos escogeremos la aparamenta adecuada, pero hay que destacar que puede que haya que cambiar algún dato. Los resultados definitivos estarán en el documento MEMORIA del presente proyecto en el apartado 1.7.5 y también en los PLANOS.

El interruptor automático del circuito de mando del cuadro de encendido y apagado del taller está calculado a mano y es un interruptor de 2 polos, 6 A de intensidad nominal, 6 kA de poder de corte y curva B.

A continuación unas tablas con las impedancias (Z_d), las impedancias nuevas (Z_d') y las impedancias homopolares (Z_o) de todas las líneas, datos utilizados para el cálculo de las intensidades de cortocircuito.

CGD			
Línea	Z_d	Z_d'	Z_o'
DI	0,0266	0,0269	0,031
CGD 1	0,0269	0,0563	0,1511
CGD 2	0,0269	0,0513	0,1342
CGD 3	0,0269	0,0378	0,0847
CGD 4	0,0269	0,1086	0,3171
CGD 5	0,0269	0,1628	0,4826



Cuadro aux. 1			
Línea	Zd	Zd'	Zo'
CGD 1	0,0373	0,0563	0,1512
C.A.1.1	0,0375	0,3731	1,1166
C.A.1.2	0,0375	0,3731	1,1166
C.A.1.3	0,0375	0,1217	0,3571
C.A.1.4	0,0375	0,0668	0,1854
C.A.1.5	0,0375	0,2812	0,8402
C.A.1.6	0,0375	0,5570	1,6694
C.A.1.7	0,0375	0,7182	2,1532
C.A.1.8	0,0375	0,4374	1,3101
C.A.1.9	0,0375	0,4374	1,3101

Cuadro aux. 2			
Línea	Zd	Zd'	Zo'
CGD 2	0,0353	0,0514	0,1343
C.A.2.1	0,0355	0,4363	1,3067
C.A.2.2	0,0355	0,4823	1,4449
C.A.2.3	0,0355	0,5053	1,5140
C.A.2.4	0,0355	0,5053	1,5140
C.A.2.5	0,0355	0,5283	1,5831
C.A.2.6	0,0355	0,4823	1,4449
C.A.2.7	0,0355	0,5283	1,5831
C.A.2.8	0,0355	0,5513	1,6522
C.A.2.9	0,0355	0,4133	1,2376
C.A.2.10	0,0355	0,4133	1,2376
C.A.2.11	0,0355	0,4363	1,3067
C.A.2.12	0,0355	0,5513	1,6522
C.A.2.13	0,0355	0,5974	1,7904
C.A.2.14	0,0355	0,5974	1,7904
C.A.2.15	0,0355	0,3444	1,0303
C.A.2.16	0,0355	0,2664	0,7954
C.A.2.17	0,0355	0,2664	0,7954

Cuadro aux. 3			
Línea	Zd	Zd'	Zo'
CGD 3	0,0303	0,0379	0,0849
C.A.3.1	0,0305	0,6148	1,8428
C.A.3.2	0,0305	0,5544	1,6614
C.A.3.3	0,0305	0,7736	2,3197



C.A.3.4	0,0305	0,8335	2,4994
C.A.3.5	0,0305	1,1790	3,5361
C.A.3.6	0,0305	0,5803	1,7391

Cuadro aux. 4			
Línea	Zd	Zd'	Zo'
CGD 4	0,0611	0,1087	0,3171
C.A.4.1	0,0612	0,5207	1,5603
C.A.4.2	0,0612	0,5898	1,7676
C.A.4.3	0,0612	0,4287	1,2839
C.A.4.4	0,0612	0,6818	2,0441
C.A.4.5	0,0612	0,3827	1,1457
C.A.4.6	0,0612	0,4103	1,2286

Cuadro aux. 5			
Línea	Zd	Zd'	Zo'
CGD 5	0,0879	0,1628	0,4826
C.A.5.1	0,0880	0,4149	1,2424
C.A.5.2	0,0880	0,3919	1,1733
C.A.5.3	0,0880	0,4609	1,3806
C.A.5.4	0,0880	0,7371	2,2100
C.A.5.5	0,0880	0,8062	2,4173
C.A.5.6	0,0880	0,8753	2,6246
C.A.5.7	0,0880	0,4609	1,3806
C.A.5.8	0,0880	0,8522	2,5555
C.A.5.9	0,0880	0,6036	1,8091

Cuadro BT			
Línea	Zd	Zd'	Zo'
Conexión trafo-Cuadro BT(C2)	0,0262	0,0262	0,0261
C.B.T.1	0,0265	0,1188	0,3484
C.B.T.2	0,0265	0,1413	0,4173
C.B.T.3	0,0265	0,1009	0,2933
Bcond	0,0265	0,0265	0,0276

2.5.4 Cálculo de las protecciones diferenciales

Para las protecciones diferenciales, el calibre habrá que calcularlo igual que las de las magnetotérmicas. A continuación unas tablas con los datos calculados de las protecciones diferenciales. Son los datos de cálculo, posteriormente, a la hora de elegir el



diferencial puede que cambien algún dato, los definitivos estarán en el documento MEMORIA del presente proyecto, en el apartado 1.7.5.

Cuadro General de Distribución

CGD				
Línea	Diferencial	Nº de polos	Calibre(A)	Sensibilidad(mA)
C.G.D.1	D.C.G.D.1	4(III+N)	160	300
C.G.D.2	D.C.G.D.2	4(III+N)	250	300
C.G.D.3	D.C.G.D.3	4(III+N)	125	300
C.G.D.4	D.C.G.D.4	4(III+N)	80	300
C.G.D.5	D.C.G.D.5	4(III+N)	100	300

Cuadro Auxiliar 1

Cuadro aux. 1				
Línea	Diferencial	Nº de polos	Calibre(A)	Sensibilidad(mA)
C.A.1.1	D.C.A.1.1	4(III+N)	63	300
C.A.1.2	D.C.A.1.2	4(III+N)		
C.A.1.3	D.C.A.1.3	4(III+N)		
C.A.1.4	D.C.A.1.4	4(III+N)	80	300
C.A.1.5	D.C.A.1.5	4(III+N)		
C.A.1.6	D.C.A.1.6	4(III+N)		
C.A.1.7	D.C.A.1.7	4(III+N)		
C.A.1.8	D.C.A.1.8	4(III+N)	40	300
C.A.1.9				

Cuadro Auxiliar 2

Cuadro aux. 2				
Línea	Diferencial	Nº de polos	Calibre(A)	Sensibilidad(mA)
C.A.2.1	D.C.A.2.1	4(III+N)	63	300
C.A.2.2				
C.A.2.3				
C.A.2.4				
C.A.2.5				
C.A.2.6	D.C.A.2.2	4(III+N)	63	300
C.A.2.7				
C.A.2.8				
C.A.2.9				
C.A.2.10				
C.A.2.11	D.C.A.2.3	4(III+N)	63	300
C.A.2.12				
C.A.2.13				



C.A.2.14				
C.A.2.15				
C.A.2.16	D.C.A.2.4	4(III+N)	40	300
C.A.2.17				

Cuadro Auxiliar 3

Cuadro aux. 3				
Línea	Diferencial	Nº de polos	Calibre(A)	Sensibilidad(mA)
C.A.3.1	D.C.A.3.1	4(III+N)	100	300
C.A.3.2				
C.A.3.3				
C.A.3.4				
C.A.3.5				
MANDO				
C.A.3.6	D.C.A.3.2	4(III+N)	10	300

Cuadro Auxiliar 4

Cuadro aux. 4				
Línea	Diferencial	Nº de polos	Calibre(A)	Sensibilidad(mA)
C.A.4.1	D.C.A.4.1	4(III+N)	40	30
C.A.4.2				
C.A.4.3				
C.A.4.4				
C.A.4.5	D.C.A.4.2	4(III+N)	40	300
C.A.4.6				

Cuadro Auxiliar 5

Cuadro aux. 5				
Línea	Diferencial	Nº de polos	Calibre(A)	Sensibilidad(mA)
C.A.5.1	D.C.A.5.1	4(III+N)	40	30
C.A.5.2				
C.A.5.3				
C.A.5.4				
C.A.5.5	D.C.A.5.2	4(III+N)	40	30
C.A.5.6				
C.A.5.7				
C.A.5.8				
C.A.5.9	D.C.A.5.3	2(I+N)	25	300

Cuadro De Baja Tensión



Cuadro BT				
Línea	Diferencial	Nº de polos	Calibre(A)	Sensibilidad(mA)
DI	D.C.B.T.	4(III+N)	630	Regulable de 0,1 a 30A
C.B.T.1 C.B.T.2 C.B.T.3	D.C.B.T.1	4(III+N)	25	300
Bcond	D.C.B.C.	4(III+N)	80	300



2.6 COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA

2.6.1 Introducción

A continuación calcularemos las dimensiones de la batería de condensadores a instalar para evitar penalizaciones por parte de la empresa suministradora de energía, en este caso IBERDROLA.

2.6.2 Dimensiones de la batería

La potencia total prevista para la nave es de 124577,50 W, mientras que la potencia aparente es de 136619,57 VA. Para calcular el $\cos\varphi$ haremos:

$$\cos\varphi = \frac{P}{S} = 0,912 \text{ donde } \varphi = 0,423$$

Por tanto, tenemos que la potencia reactiva $Q = S \cdot \sin\varphi = 56082,33 \text{ VAr}$

Lo que queremos obtener es un factor de potencia cercano a 1, hemos elegido en nuestro caso 0,98, entonces $\varphi = 0,20$. Con este factor, la potencia reactiva será:

$$Q' = P \cdot \tan\varphi' = 124577,50 \cdot \tan 0,20 = 25253,1 \text{ VAr}$$

Por tanto, la energía reactiva a compensar será:

$$Q_{\text{comp}} = Q - Q' = 56082,33 - 25253,11 = 30829,22 \text{ VAr}$$

Por lo que colocaremos al lado del Cuadro General de BT una batería automática de condensadores con interruptor automático de 35 KVAR. Esta dispone de 7 escalones, los cuales saltarán en función de la potencia reactiva que se esté consumiendo en cada momento.

El equipo de compensación de esta gama consiste en una batería compuesta por tres condensadores (con 3 salidas), de tal manera que la segunda salida tiene el doble de potencia que la primera, y la tercera el doble que la segunda, por lo que se conectan a la red de la siguiente manera:

- a) Primera salida.
- b) Segunda salida.
- c) Primera y segunda salida.
- d) Tercera salida.
- e) Tercera y primera salida.
- f) Tercera y segunda salida.
- g) Tercera, segunda y primera salida.



Estas regulaciones serán en escalones de 5 KVar. El equipo escogido será de 35 KVar, de escalones 7x5 con batería Varset estándar de 400 V.

2.6.3 Dimensiones de la conexión

Para dimensionar la línea que conectará las baterías a la salida de los contadores debemos introducir unos datos de partida, tales como la tensión (400V), la longitud (4m), la potencia reactiva (30829,22 kVar) y el coeficiente de mayoración de ella (1.6, ya que debe estar entre 1.5 y 1.8 tal y como dice la ITC-REBT 48).

$$I_n = \frac{Q \cdot 1,6}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = 127,82 \text{ A}$$

Por tanto, tenemos una intensidad admisible de 131 A, que le corresponde una sección de 35mm². No obstante, al calcular las protecciones, con el calibre, la sección nos cambia, así que quedará una sección de 70mm².

El neutro será de 70mm² y el conductor de protección de 35mm². Su designación será:

$$4 \times 70 + 1 \text{G} 35 \text{mm}^2.$$

Irán bajo tubo fijo a superficie, con un diámetro de 63mm.

Las protecciones están calculadas en el apartado 2.5.3 y 2.5.4 del presente documento.



2.7 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

2.7.1 Introducción

La puesta a tierra se realiza para limitar la tensión que, con respecto a tierra, pueden llegar a alcanzar en un momento determinado las masas metálicas, y para asegurar la actuación de las protecciones y eliminar el riesgo que supone las averías eléctricas en los receptores, es decir, desvía al terreno las intensidades de defecto.

A la hora de llevar a cabo este cálculo debemos comprobar que la red de tierras proyectada cumple tanto con la ITC-REBT 18 como con la ITC-REBT 24.

La tensión de contacto que estableceremos como la máxima será de 24V, es decir, la instalación estará protegida para que en el caso de que cualquier masa pueda ponerse en tensión, esta no supere el valor de 24 V.

La resistencia del circuito de protección, entendiendo éste desde la conexión a masa hasta el paso a tierra, deberá cumplir la siguiente expresión:

$$R_a \leq \frac{U_a}{I_a}$$

Donde:

R_a : Resistencia de puesta a tierra junto con los conductores de protección (Ω) ($R_{\text{mallazo}} + R_{\text{cond}}$).

I_a : Intensidad máxima que soporta el dispositivo de protección (A)

U_a : Tensión de contacto máxima permitida (V)

2.7.2 Red de tierra

Para el cálculo de la resistencia de tierra tendremos en cuenta las siguientes ecuaciones:

Para las picas:

$$R_p = \frac{\rho}{L_1} \quad R_{pt} = \frac{R_p}{n}$$

Donde:

R_p : resistencia de una pica (Ω)

R_{pt} : resistencia de las picas usadas (Ω)

n : número de picas

ρ : resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$)

L_1 : longitud de pica (m)

Para el conductor desnudo:

$$R_c = \frac{2 \cdot \rho}{L_2}$$



Donde:

R_c : resistencia del cable (Ω)

L_2 : longitud del conductor (m)

Una vez que tenemos las expresiones, debemos saber la longitud de las picas que vamos a utilizar, la longitud del cable desnudo y la resistividad del terreno.

$\rho = 500 \Omega \cdot m$ que corresponde al terreno cultivable poco fértil.

Longitud del cable enterrado (m): 108

Número de picas: 4, una en cada esquina de la nave

Tendremos en cuenta también que los electrodos utilizados son de acero-cobre de 14 mm de diámetro y 2 metros de longitud. Estarán unidos por conductor de cobre desnudo de 50 mm^2 de sección.

$$R_p = \frac{\rho}{L_1} = \frac{500}{2} = 250 \Omega$$

$$R_{pt} = \frac{R_p}{n} = \frac{250}{4} = 62,5 \Omega$$

$$R_c = \frac{2 \cdot \rho}{L_2} = \frac{2 \cdot 500}{108} = 9,26 \Omega$$

La resistencia total de tierra será la que forman la resistencia de las picas y la resistencia del conductor que las une. En el caso más desfavorable será si se consideran en serie:

$$R_{\text{mallazo}} = 62,5 + 9,26 = 71,76 \Omega$$

2.7.3 Cálculo del valor de la resistencia de tierra en el caso del defecto a tierra más desfavorable

El defecto a tierra más desfavorable, corresponde al circuito M.C.A.1.4 (torno), que parte del cuadro auxiliar 1. Los datos a tener en cuenta serán los del conductor de protección.

La resistencia del conductor será:

$$R = \frac{L}{\sigma \cdot S}$$

Donde:

σ : conductividad Cu (56)

R : resistencia del conductor (Ω)

L : longitud del conductor (m)

S : sección del conductor (mm^2)



La resistencia del conductor entre el torno y el cuadro auxiliar 1 es:

$$R_1 = \frac{L}{\sigma \cdot s} = \frac{25}{56 \cdot 6} = 0,0744 \, \Omega$$

La resistencia del conductor entre el cuadro auxiliar 1 el CGD es:

$$R_2 = \frac{L}{\sigma \cdot s} = \frac{45}{56 \cdot 16} = 0,0611 \, \Omega$$

Por tanto, la resistencia del conductor será la suma de ambos:

$$R_{\text{cond}} = 0,0744 + 0,0611 = 0,1355 \, \Omega$$

2.7.4 Resistencia de puesta a tierra

Así pues, la resistencia de puesta a tierra será la suma de la resistencia del mallazo y la del conductor más desfavorable, ambas calculadas en los dos apartados anteriores.

$$R_a = R_{\text{mallazo}} + R_{\text{cond}} = 0,1355 + 71,76 = 71,9 \, \Omega$$

Por último, debemos comprobar si cumple el reglamento, para ello tendremos en cuenta que la corriente máxima de disparo del interruptor diferencial más sensible, que se tendrá en cuenta será de 300 mA (0,3 A), por tanto:

$$U_c = R_a \cdot I_a = 71,9 \cdot 0,3 = 21,57 \, \text{V} < 24 \, \text{V}. \text{ Por tanto, se cumple el reglamento.}$$



2.8 CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

2.8.1 Introducción

Como hemos visto en el apartado 2.3.4 (Cálculo de la potencia del transformador) del presente documento, hemos elegido un transformador de 250kVA de potencia. Es un transformador de la marca ORMAZABAL.

2.8.2 Características principales del transformador

Estas son las características principales del transformador, necesarias para realizar los cálculos del mismo:

- Potencia del trafo (W):	250
- Pérdidas en el hierro (W):	425
- Pérdidas en el cobre (W):	2750
- Porcentaje de tensión de cortocircuito (%):	4
- Dieléctrico (aceite) (l):	260

2.8.3 Intensidad en el primario y en el secundario

La intensidad primaria I_p en un transformador trifásico es el valor que circulara por el devanado primario cuando el transformador funcione a su potencia nominal y viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Donde:

- S: Potencia del transformador, en este caso 250 kVA.
- U_p : Tensión compuesta primaria en kV = 13,2 kV.
- I_p : Intensidad primaria en A.

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{250}{\sqrt{3} \cdot 13,2} = 10,935 \text{ A}$$

En un sistema trifásico la intensidad secundaria I_s viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Donde:



- S: Potencia del transformador, en este caso 250 kVA.
- U: Tensión compuesta en carga del secundario en kV = 0,4 kV.
- I_s : Intensidad secundaria en A.
- W_{fe} : Pérdidas en el hierro. (425 W, dato dado por el fabricante)
- W_{cu} : Pérdidas en los arrollamientos. (2750W, dato dado por el fabricante)

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{250 - 0,425 - 2,75}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 356,261 \text{ A}$$

2.8.4 Corrientes de cortocircuito en el lado de alta y de baja tensión

La corriente de cortocircuito en el lado de alta tensión se puede calcular por medio de la siguiente expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Para obtener el valor de la intensidad de cortocircuito secundaria se debe saber cuál será la tensión de cortocircuito, es decir, la tensión que es preciso aplicar al primario para que estando cerradas en cortocircuito las bornas del secundario, se alcance en dicho secundario su intensidad nominal. Según la tabla de características de los transformadores que aparece en la norma UNE 20138 esta tensión, la cual se expresa de forma porcentual será del 4%. La corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión se puede calcular por medio de la siguiente expresión:

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot U_{cc}} \cdot 100$$

Donde:

- I_{ccp} : Intensidad de cortocircuito de la red (kA)
- S_{cc} : Potencia de cortocircuito de la red (MVA)
- U_p : Tensión en el primario (kV)
- S: Potencia del transformador (MVA)
- I_{ccs} : Intensidad de cortocircuito en el secundario (kA)
- U_{cc} : Tensión de cortocircuito en carga (%)
- U_s : Tensión secundaria en carga (kV)

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 13,2} = 17,495 \text{ kA}$$

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot U_{cc}} \cdot 100 = \frac{0,25}{\sqrt{3} \cdot 0,44} \cdot 100 = 9,021 \text{ kA}$$



2.8.5 Dimensionado del embarrado

2.8.5.1 Celdas

El embarrado de las celdas SM6 está constituido por tramos rectos de tubo de cobre recubiertos de aislamiento termoretráctil. Consta de 3 barras de tubo de cobre rectas y aisladas de 375 mm de longitud, diámetro exterior 24 mm y un espesor de 3 mm, lo que equivale a una sección de 198 mm².

Las barras se fijan a las conexiones existentes en la parte superior del cárter de aparato funcional (interruptor-seccionador o seccionador de SF6). La fijación de las barras se realiza con tornillos M8.

La separación entre las sujeciones de una misma fase y correspondientes a dos celdas contiguas es de 375 mm. La separación entre barras (separación entre fases) es de 200 mm.

Características del embarrado:

- Intensidad nominal: 630A.
- Límite térmico: 16 kA eficaces.
- Límite electrodinámico: 40 kA cresta.

Por tanto, se debe asegurar que el límite térmico sea superior al valor eficaz máximo que puede alcanzar la intensidad de cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

2.8.5.2 Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima en régimen permanente. Dado que se utilizan celdas bajo envoltorio metálica fabricadas por Schneider SM6 conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada 630 A.

2.8.5.3 Comprobación por sollicitación electrodinámica

La comprobación por sollicitación electrodinámica tiene como objetivo verificar que los elementos conductores de las celdas incluidas en este proyecto son capaces de soportar el esfuerzo mecánico derivado de un defecto de cortocircuito entre fases.

Las corrientes de cortocircuito provocan esfuerzos electrodinámicos en las barras, apoyos, aisladores y demás elementos de circuitos recorridos por estas corrientes.

Las barras se consideran como vigas sometidas a una carga uniformemente repartida.

Para el cálculo consideramos un cortocircuito trifásico de 16 kA eficaces y 40 kA cresta (que para nuestro caso es suficiente, ya que el cortocircuito máximo que vamos a tener en nuestro caso va a ser de 9,021 kA).

Según la MIE-RAT 05, la resistencia mecánica de los conductores deberá verificar, en caso de cortocircuito que:



$$\sigma_{max} \geq \frac{(I_{ccp}^2 \cdot L^2)}{60 \cdot d \cdot W}$$

Donde:

σ_{max} : Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores. Para cobre semiduro 2800Kg/cm²

I_{ccp} : Intensidad de cortocircuito de la red (kA)

L : Separación longitudinal entre apoyos, en cm

d : Separación entre fases, en cm

W : Módulo resistente de los conductores en cm³

Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Schneider SM6 conforme a la normativa vigente se garantiza el cumplimiento de la expresión anterior.

2.8.5.4 Comprobación por solicitud térmica a cortocircuito

La comprobación por solicitud térmica tiene como objeto comprobar que por motivo de la aplicación de un defecto o cortocircuito no se producirá un calentamiento excesivo del elemento conductor principal de las celdas que pudiera así dañarlo. Esta comprobación se puede realizar por cálculos teóricos, pero preferentemente debe realizarse un ensayo según normativa en vigor.

La sobreintensidad máxima admisible en cortocircuito para el embarrado se determina:

$$I_{th} = a \cdot S \cdot \sqrt{\frac{DT}{t}}$$

Donde:

I_{th} : Intensidad eficaz (A)

a : 13 para el cobre

S : Sección del embarrado (mm²)

DT : Elevación o incremento máximo de temperatura, 150°C para el cobre

t : Tiempo de duración del cortocircuito (s)

Puesto que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Schneider SM6 conforme a la normativa vigente, se garantiza que:

$$I_{th} = 16 \text{ KA durante 1s.}$$

2.8.6 Sección de los conductores del centro de transformación

Conexión celdas-transformador

La intensidad nominal que ha de soportar el cable es:



$$I = P / \sqrt{3} \cdot V = 250 / \sqrt{3} \cdot 13,2 = 10,935 \text{ A}$$

Se ha decidido poner cable tripolar de Aluminio de 95 mm² de sección, que en condiciones de instalación soporta 215 A, y provoca una caída de tensión despreciable, cumpliendo así con los criterios de calentamiento y de caída de tensión. El aislamiento del conductor será de HEPR.

Conexión del secundario del transformador al cuadro BT

Este será nuestro circuito C2, los cálculos los he realizado a la vez que el resto de las secciones y utilizando el mismo método, así que nos queda lo siguiente:

Línea	Potencia (W)	Longitud(m)	Canalización	Conductor(mm ²)	Neutro(m m ²)	CP(mm ²)	CdT(%)	Diametro tubo(mm)
C2	250000	4	Bajo tubo	240	240	-	0,05	225

Resto de líneas del centro de transformación

Línea de alumbrado

Línea	Potencia (W)	Longitud(m)	Canalización	Conductor(mm ²)	Neutro(m m ²)	CP(mm ²)	CdT(%)	Diametro tubo
C.B.T. 1	220	5	Bajo tubo	1,5	1,5	4	0,13	16

Línea de alumbrado de emergencia

Línea	Potencia (W)	Longitud(m)	Canalización	Conductor(mm ²)	Neutro(m m ²)	CP(mm ²)	CdT(%)	Diametro tubo
C.B.T. 2	8	6	Bajo tubo	1,5	1,5	4	0,08	16

Línea de tomas de corriente

Línea	Potencia (W)	Longitud(m)	Canalización	Conductor(mm ²)	Neutro(m m ²)	CP(mm ²)	CdT(%)	Diametro tubo
C.B.T. 3	3680	7	Bajo tubo	2,5	2,5	4	0,78	20

Cuadro de Baja Tensión

El cuadro de baja tensión nos quedará por tanto de la siguiente manera:



Cuadro BT								
Línea	Potencia(W)	Longitud(m)	Canalización	Conductor(mm ²)	Neutro(m ²)	CP(m ²)	CdT(%)	Diametro tubo
DI	120669,5	52	Enterrada bajo tubo	400	185	-	0,22	225
C.B.T.1	220	5	Bajo tubo	1,5	1,5	4	0,13	16
C.B.T.2	8	6	Bajo tubo	1,5	1,5	4	0,08	16
C.B.T.3	3680	7	Bajo tubo	2,5	2,5	4	0,78	20
Bcond	-	4	Bajo tubo	70	70	35	-	63

2.8.7 Protecciones de alta y baja tensión

La protección se realiza utilizando una celda de ruptofusibles cuya señal alimentará a un disparador de un seccionador de puesta a tierra, que efectuará la protección a sobrecargas, cortocircuitos.

En cuanto a las protecciones de baja tensión se colocarán las protecciones correspondientes en el cuadro de baja tensión ya calculadas en el apartado 2.5.3 y 2.5.4 del presente documento.

2.8.8 Dimensión de la ventilación del centro de transformación

La ventilación del Centro de Transformación se llevará a cabo por medio de ventilación natural en las paredes del mismo, y para evitar la entrada de elementos al interior se instalarán unas rejillas. Entonces, vamos a calcular el caudal de aire necesario:

$$Q = \frac{W_{Cu} + W_{Fe}}{1,16 \cdot \Delta T}$$

Donde

Q: caudal del aire necesario (m³/s)

W_{fe}: Pérdidas en el hierro. (425 W, dato dado por el fabricante)

W_{cu}: Pérdidas en los arrollamientos. (2750W, dato dado por el fabricante)

ΔT: Diferencia de temperatura entre la masa de aire que entra ya la que sale (15°C)

Calculamos la superficie de la rejilla, pero para ello debemos calcular la velocidad del aire:

$$V_s = 4,6 \cdot \frac{\sqrt{H}}{\Delta T}$$

Donde



H: Distancia entre los centros de la rejilla (1,9m)

ΔT : 15°C

V_s : Velocidad del aire (m/s)

$$S_{eficaz\ rejilla} = \frac{Q}{V_s}$$

Donde

$S_{eficaz\ rejilla}$: Superficie mínima de la rejilla de ventilación (m²).

$$S_{rejilla} = 1,4 \cdot S_{eficaz\ rejilla}$$

Donde

1,4: coeficiente de mayoración de la rejilla al 40% debido a que es el espacio que ocupan las lamas.

Sustituyendo los distintos valores en las fórmulas obtenemos la superficie de la rejilla:

$$Q = \frac{2,750 + 0,425}{1,16 \cdot 15} = 0,182 m^3/s$$

$$V_s = 4,6 \cdot \frac{\sqrt{1,9}}{15} = 0,423 m/s$$

$$S_{eficaz\ rejilla} = \frac{0,182}{0,423} = 0,4303 m^2$$

$$S_{rejilla} = 1,4 \cdot 0,4303 = 0,602 m^2$$

Las rejillas de ventilación del centro de transformación elegido están diseñadas y dispuestas adecuadamente para permitir la refrigeración natural de los transformadores (hasta 1.000 kVA), conforme al ensayo de ventilación de la UNE-EN 61330.

2.8.9 Dimensionamiento del pozo apagafuegos

Los transformadores llevarán su circuito magnético y bobinados sumergidos en un líquido aislante, que será aceite mineral, el cual cumple dos funciones: aislamiento entre partes con tensión y refrigeración. Cuando se utilizan aparatos o transformadores que contienen más de 50 litros de aceite mineral, se debe disponer de un foso de recogida de aceite de capacidad adecuada, con revestimiento estanco y con dispositivo cortafuegos.

Bajo la zona destinada a la colocación del transformador se dispone el correspondiente foso de recogida de líquido dieléctrico para el caso de que se produjera un



vaciamiento total. La losa sobre la que se asienta el transformador tiene la pendiente adecuada para la canalización del líquido dieléctrico hacia un colector, en el que se sitúa, sobre una rejilla metálica, un lecho de guijarros cuya función es la de evitar la propagación de incendios. La capacidad unitaria del foso de recogida de líquido dieléctrico es de 760 litros, suficiente para recoger la totalidad del contenido de líquido dieléctrico en caso de vaciamiento total y que es 260 litros.

2.8.10 Cálculo de la instalación de puesta a tierra

2.8.10.1 Terreno

Para ver la resistividad de los diferentes tipos de terrenos vamos a la ITC-BT-18. El terreno en el que se prevé construir la nave se trata de un terreno cultivable poco fértil por lo que su resistividad media es de $500 \Omega \cdot m$. Como el Centro de Transformación se quiere instalar en la misma parcela, la resistividad que consideraremos será la misma.

2.8.10.2 Datos de partida

Consideraremos unos datos de partida para poder realizar los cálculos de la instalación de puesta a tierra del centro de transformación. Estos datos serán los siguientes:

- Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$)	500
- Tensión de red (kV)	13,2
- Nivel de aislamiento en las instalaciones de baja tensión del CT (kV)	24

Características del centro de transformación (edificio):

- Dimensiones (mm)	4830x2500
- Altura (mm)	3300
- Resistividad terreno $\rho_{terreno}$ ($\Omega \cdot m$)	500
- Resistividad hormigón $\rho_{hormigón}$ ($\Omega \cdot m$)	3000

El neutro de la red estará conectado rígidamente a tierra (IBERDROLA). Por ello, la intensidad máxima de defecto dependerá de la resistencia de puesta a tierra de protección del centro, así como de las características de la red de media tensión.

Según los datos de red proporcionados por la compañía eléctrica suministradora (IBERDROLA), el tiempo máximo de eliminación del defecto es inferior a 0,45 segundos (gráfica de duración de defecto). Los valores de K y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT 13 en el tiempo de defecto, proporcionado por la compañía son:

$$V_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

Donde:



- V_{ca} : Tensión aplicada en V.
- t : Duración de la falta en segundos.
- K y n : Constantes, en función del tiempo:

t	K	n	V_{ca}
$0,9 \geq t > 0,1$	72	1	K / t^n
$3 \geq t > 0,9$	78,5	0,18	K / t^n
$5 \geq t > 3$			64 V
$t > 5$			50 V

En este caso $K = 72$ y $n = 1$.

Por otra parte, los valores de la impedancia de puesta a tierra del neutro son característicos de cada red, y los proporciona la compañía suministradora:

$$R_n = 0 \, \Omega \text{ y } X_n = 25,4 \, \Omega$$

La intensidad máxima de defecto se producirá en el caso hipotético de que la resistencia de puesta a tierra del Centro de Transformación sea nula. Dicha intensidad será, por tanto igual a:

$$I_{d(max)} = \frac{U_{p(max)}}{\sqrt{3} \times Z_n} = \frac{13200}{\sqrt{3} \times 25,4} = 300,04 \, A$$

Donde:

$I_{d(max)}$: Intensidad de defecto máxima (A).

$U_{p(max)}$: Tensión del primario máxima (V).

Z_n : Valor de la impedancia de puesta a tierra del neutro (Ω).

2.8.10.3 Diseño de la instalación de puesta a tierra

Para los cálculos a realizar se emplearán las expresiones y procedimientos del “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría”, editado por UNESA, conforme a las características del Centro de Transformación objeto de cálculo.

a) Tierra de protección

A este sistema se conectarán las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas, carcasas de los transformadores, edificio prefabricado, puertas de acceso, rejillas de ventilación,...



- **Identificación:** Código 50-30/5/46
 - Los 2 primeros dígitos (50): largo de la tierra de protección en dm.
 - Los 2 siguientes dígitos (30): ancho de la tierra de protección en dm.
 - El número entre barras (5): profundidad a la que se instalarán las picas en dm.
 - El penúltimo número (4): el número de picas que se instalarán.
 - El último número (6): longitud de las picas en metros.
- **Parámetros característicos:**
 - $K_r = 0,064 (\Omega/\Omega m)$: necesario para el cálculo de la resistencia del electrodo de tierra.
 - $K_p = 0,0134 (V/\Omega Am)$: necesario para el cálculo de la tensión de paso.
 - $K_c = 0,0253 (V/\Omega Am)$: necesario para el cálculo de la tensión de contacto.
- **Descripción:** Estará constituida por 4 picas en disposición rectangular unidas por un conductor horizontal de Cu desnudo de $50mm^2$ de sección. Las picas tendrán un diámetro de 14mm y una longitud de 6m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5m y la separación entre cada pica y la siguiente será de 50 y 30 metros dependiendo del lado. Con esta configuración, la longitud del conductor desde la primera pica a la última será de 16m. La conexión desde el CT hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0,6/1 kV protegido contra daños mecánicos de $50 mm^2$.

b) Tierra de servicio

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

- **Identificación:** código 5/44 (configuración lineal)
 - El primer dígito (5): profundidad a la que se instalarán las picas en la tierra de servicio en dm.
 - El segundo dígito (4): el número de picas que se instalarán.
 - El último dígito (4): longitud de las picas en m.
- **Parámetros característicos:**



- $K_r = 0,0572 (\Omega/\Omega m)$: sirve para el cálculo de la resistencia del electrodo de tierra.
- $K_p = 0,00919 (V/\Omega Am)$: sirve para el cálculo de la tensión de paso.

- **Descripción:** Estará constituida por 4 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de Cu desnudo de 50mm^2 de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14mm y una longitud de 4m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5m y la separación entre cada pica y la siguiente será de 6m. Con esta configuración, la longitud del conductor desde la primera pica a la última será de 18m, dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros K_p y K_r de la configuración escogida sean inferiores o iguales a las indicadas anteriormente.

La conexión desde el Centro de Transformación hasta la primera pica se realizará con cable de cobre de 50mm^2 aislado de 0.6/1KV bajo tubo de plástico con grado de protección contra daños mecánicos de 7 como mínimo.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37Ω . Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios ($=37 \times 0,650$).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación se calculara posteriormente.

2.8.10.4 Cálculo de la resistencia de la instalación de tierra

a) Tierra de protección

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro (R_t), y tensión de defecto correspondiente (U_d), utilizaremos las siguientes fórmulas:

$$R_t = K_r \cdot \rho$$

$$I_d = \frac{U_{p\max}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

$$U_d = I_d \cdot R_t$$



Donde:

R_t : Resistencia de puesta a tierra (Ω)

K_r : 0,064 ($\Omega/\Omega\text{m}$)

ρ : 500 ($\Omega\cdot\text{m}$)

U_{pmax} : Tensión del primario máxima

R_n y X_n : Dan valor a la impedancia de puesta a tierra del neutro

$$Z_n = \sqrt{R_n^2 + X_n^2} = \sqrt{0^2 + 25,4^2} = 25,4 \Omega$$

U_d : Tensión de defecto (V)

Calculo:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0,064 \cdot 500 = 32 \Omega$$

$$I_d = \frac{U_{pmax}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} = \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0 + 32)^2 + 25,4^2}} = 282,63 \text{ A}$$

(Hemos utilizado una tensión de 20000V ya que en un futuro se prevé el cambio de 13,2 kV a 20kV, con 13,2kV el resultado es 186,54 A).

$$U_d = I_d \cdot R_t = 282,63 \cdot 32 = 9044,16 \text{ V}$$

(Con 13,2 kV, el resultado es 5969,28 V).

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del centro de transformación deberán ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (U_d), por lo que deberá ser como mínimo de 10000V.

De esta manera, se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de alta tensión deterioren elementos de baja tensión del centro.

Comprobamos además que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 A, los que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

b) Tierra de servicio

El valor de la resistencia de tierra de servicio se obtiene mediante la fórmula:

$$R_t = K_r \cdot \rho$$

$$R_t = 0,0572 \times 500 = 28,6 < 37 \Omega$$



2.8.10.5 Cálculo de las tensiones exteriores de la instalación

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Los muros, entre sus parámetros tendrán una resistencia de 100000Ω .

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

$$U_{\text{pext}} = K_p \cdot \rho \cdot I_d = 0,0134 \cdot 500 \cdot 282,63 = 1893,62 \text{ V}$$

(En caso de calcularla para 13,2 kV sería 1249,82 V)

2.8.10.6 Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm, formando una retícula no superior a $0,30 \times 0,30$ m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro de Transformación. Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.

Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

No obstante, la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra, hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior:

$$U_{\text{p acceso}} = K_c \cdot I_d \cdot \rho = 0,0253 \cdot 282,63 \cdot 500 = 3575,27 \text{ V}$$

(En caso de utilizar 13,2 kV, sería 2359,73 V)

2.8.10.7 Cálculo de las tensiones máximas aplicadas

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, emplearemos las siguientes expresiones:

$$U_{\text{p exterior}} = 10 \cdot \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \rho}{1000}\right)$$

$$U_{\text{p acceso}} = 10 \cdot \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot \rho + 3 \rho_h}{1000}\right)$$

Donde:



- U_p : Tensiones de paso en V.
- $K = 72$.
- $n = 1$.
- t : Duración de la falta en segundos: 0,45 s.
- ρ : Resistividad del terreno.
- ρ_h : Resistividad del hormigón = 3.000 Ωm .

Por tanto aplicando los distintos valores en las fórmulas, tenemos:

$$U_{p \text{ exterior}} = 10 \cdot \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \rho}{1000}\right) = 10 \cdot \frac{72}{0,45} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 500}{1000}\right) = 6400 \text{ V}$$

$$U_{p \text{ acceso}} = 10 \cdot \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot \rho + 3 \rho_h}{1000}\right) = 10 \cdot \frac{72}{0,45} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 500 + 3 \cdot 3000}{1000}\right) = 18400 \text{ V}$$

Así pues, comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles por reglamento:

En el exterior:	$U_{p \text{ exterior}} = 1893,62 \text{ V} < U_{p \text{ exterior}} (\text{MIE-RAT}) = 6400 \text{ V}$
En el acceso al CT:	$U_{p \text{ acceso}} = 3575,27 \text{ V} < U_{p \text{ acceso}} (\text{MIE-RAT}) = 18400 \text{ V}$

2.8.10.8 Investigación de tensiones transferibles al exterior

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas que puedan afectar a las instalaciones de los usuarios, cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima D_{\min} , entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{\min} = \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi \cdot 1000} = \frac{500 \cdot 282,63}{2 \cdot \pi \cdot 1000} = 22,49 \text{ m}$$

(En caso de calcular con 13,2 kV, la distancia será de 14,84 m)

2.8.10.9 Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.



PAMPLONA, 17 DE FEBRERO DE 2012

ARITZ AZPARREN DÍAZ

Anexo: Cálculo de iluminación con Dialux

Contacto:
N° de encargo:
Empresa:
N° de cliente:

Fecha: 17.02.2012
Proyecto elaborado por: Aritz Azparren Diaz

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Índice

Anexo: Cálculo de iluminación con Dialux

Portada del proyecto	1
Índice	2
Philips FWG200 2xPL-C/4P18W HF	
Hoja de datos de luminarias	4
Philips TCW060 2xTL-D58W HF	
Hoja de datos de luminarias	5
Philips FBH024 2xPL-C/4P18W HF RG	
Hoja de datos de luminarias	6
Philips FBS120 2xPL-C/4P18W HF PG	
Hoja de datos de luminarias	7
Philips FBS120 2xPL-C/4P26W HF PG	
Hoja de datos de luminarias	8
Philips TCW216 2xTL-D18W HFP	
Hoja de datos de luminarias	9
Philips TBS160 4xTL-D18W HFP C3	
Hoja de datos de luminarias	10
Philips HPK150 1xHPI-P400W-BU P-NB +GPK150 R	
Hoja de datos de luminarias	11
Taller	
Resumen	12
Lista de luminarias	13
Luminarias (lista de coordenadas)	14
Resultados luminotécnicos	15
Oficinas Planta Baja	
Resumen	16
Lista de luminarias	17
Luminarias (lista de coordenadas)	18
Resultados luminotécnicos	19
Vestuario Planta Baja	
Resumen	20
Lista de luminarias	21
Luminarias (lista de coordenadas)	22
Resultados luminotécnicos	24
Aseos Planta Baja	
Resumen	25
Lista de luminarias	26
Luminarias (lista de coordenadas)	27
Resultados luminotécnicos	28
Sala de descanso	
Resumen	29
Lista de luminarias	30
Luminarias (lista de coordenadas)	31
Resultados luminotécnicos	32
Pasillo Planta Baja	
Resumen	33
Lista de luminarias	34
Luminarias (lista de coordenadas)	35
Resultados luminotécnicos	36
Limpieza y Mantenimiento Planta Baja	
Resumen	37
Lista de luminarias	38
Luminarias (lista de coordenadas)	39
Resultados luminotécnicos	40

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

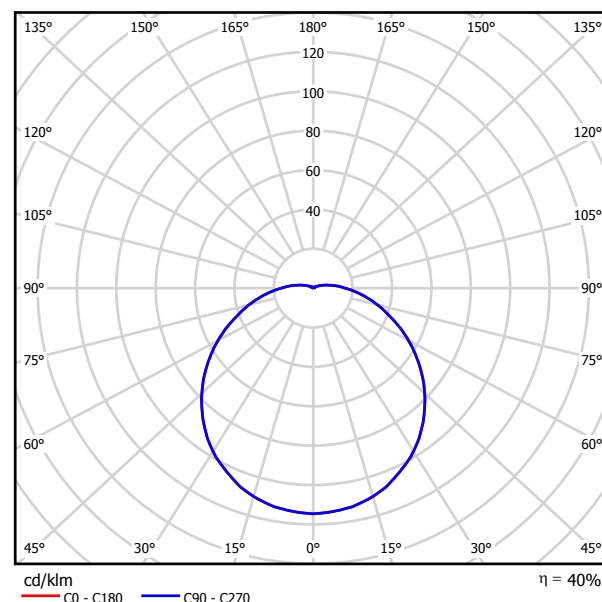
Índice

Vestibulo	
Resumen	41
Lista de luminarias	42
Luminarias (lista de coordenadas)	43
Resultados luminotécnicos	44
Oficinas Planta 1	
Resumen	45
Lista de luminarias	46
Luminarias (lista de coordenadas)	47
Resultados luminotécnicos	48
Oficina 2º Piso	
Resumen	49
Lista de luminarias	50
Luminarias (lista de coordenadas)	51
Resultados luminotécnicos	52
Limpieza 2º Piso	
Resumen	53
Lista de luminarias	54
Luminarias (lista de coordenadas)	55
Resultados luminotécnicos	56
Aseo Mujeres 2º Piso	
Resumen	57
Lista de luminarias	58
Luminarias (lista de coordenadas)	59
Resultados luminotécnicos	60
Aseo Hombres 2º Piso	
Resumen	61
Lista de luminarias	62
Luminarias (lista de coordenadas)	63
Resultados luminotécnicos	64
Pasillo 2º Piso	
Resumen	65
Lista de luminarias	66
Luminarias (lista de coordenadas)	67
Resultados luminotécnicos	68
Centro de Transformación	
Resumen	69
Lista de luminarias	70
Luminarias (lista de coordenadas)	71
Resultados luminotécnicos	72

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips FWG200 2xPL-C/4P18W HF / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 94
Código CIE Flux: 42 71 90 94 40

Gondola – attractive new design and energy savings

Gondola is a waterproof and shock- and vandal-resistant luminaire with a fresh, appealing design. Its highly efficient HF driver significantly reduces energy consumption, while the long lifetime of the light source means that maintenance costs are kept to a minimum. Gondola can be wall- or ceiling-mounted and is ideal for efficient illumination of areas such as stairwells and corridors.

Emisión de luz 1:

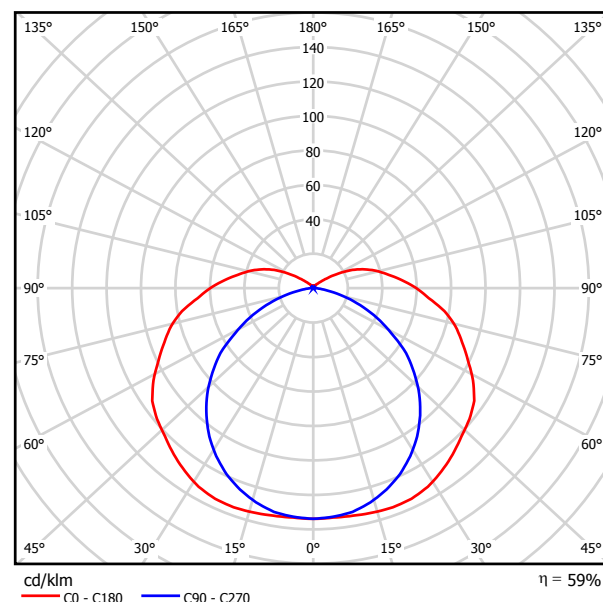
Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	18.4	19.8	18.8	20.1	20.5	18.4	19.8	18.8	20.1	20.5
	3H	20.4	21.6	20.8	22.0	22.4	20.4	21.6	20.8	22.0	22.4
	4H	21.4	22.5	21.8	22.9	23.3	21.4	22.5	21.8	22.9	23.3
	6H	22.4	23.5	22.9	23.9	24.3	22.4	23.5	22.9	23.9	24.3
	8H	22.9	24.0	23.4	24.4	24.9	22.9	24.0	23.4	24.4	24.9
	12H	23.5	24.5	24.0	25.0	25.4	23.5	24.5	24.0	25.0	25.4
4H	2H	19.2	20.3	19.6	20.7	21.1	19.2	20.3	19.6	20.7	21.1
	3H	21.4	22.4	21.8	22.8	23.3	21.4	22.4	21.8	22.8	23.3
	4H	22.5	23.4	23.0	23.9	24.4	22.5	23.4	23.0	23.9	24.4
	6H	23.8	24.5	24.3	25.0	25.6	23.8	24.5	24.3	25.0	25.6
	8H	24.4	25.1	24.9	25.6	26.2	24.4	25.1	24.9	25.6	26.2
	12H	25.1	25.8	25.7	26.3	26.9	25.1	25.8	25.7	26.3	26.9
8H	4H	23.0	23.8	23.6	24.3	24.8	23.0	23.8	23.6	24.3	24.8
	6H	24.5	25.1	25.1	25.6	26.2	24.5	25.1	25.1	25.6	26.2
	8H	25.3	25.9	25.9	26.4	27.0	25.3	25.9	25.9	26.4	27.0
	12H	26.2	26.7	26.8	27.3	27.9	26.2	26.7	26.8	27.3	27.9
12H	4H	23.1	23.8	23.7	24.3	24.9	23.1	23.8	23.7	24.3	24.9
	6H	24.7	25.2	25.3	25.8	26.4	24.7	25.2	25.3	25.8	26.4
	8H	25.6	26.1	26.2	26.6	27.3	25.6	26.1	26.2	26.6	27.3
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1.5H	+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.2					
S = 2.0H	+0.3 / -0.5					+0.3 / -0.5					
Tabla estándar	BK10					BK10					
Sumando de corrección	6.3					6.3					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2400lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TCW060 2xTL-D58W HF / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 88
Código CIE Flux: 37 67 87 88 59

Waterproof TCW060 – just light

Designed for use in demanding environments, TCW060 is an economical, compact waterproof luminaire. Dedicated versions are available for TL-D and TL5 lamps.

Ingress-protected to a level of IP65 and operating solely on electronic gear, this is a competitive energy-saving solution for wet spaces – at the same cost as an electromagnetic solution. A flexible ceiling clip facilitates easy installation and maintenance.

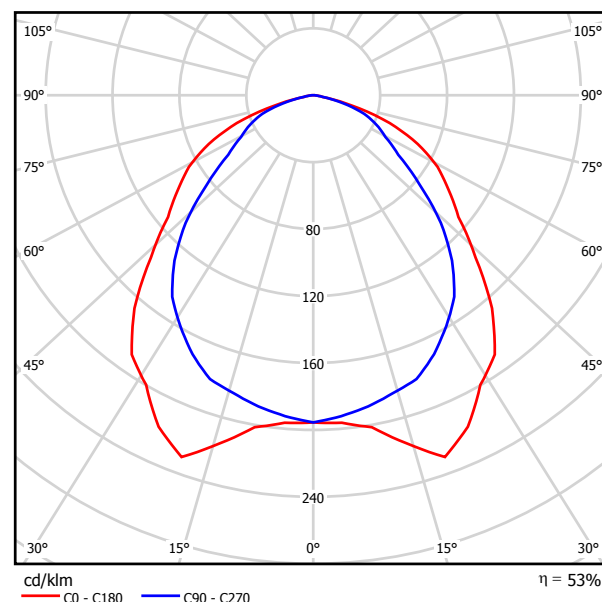
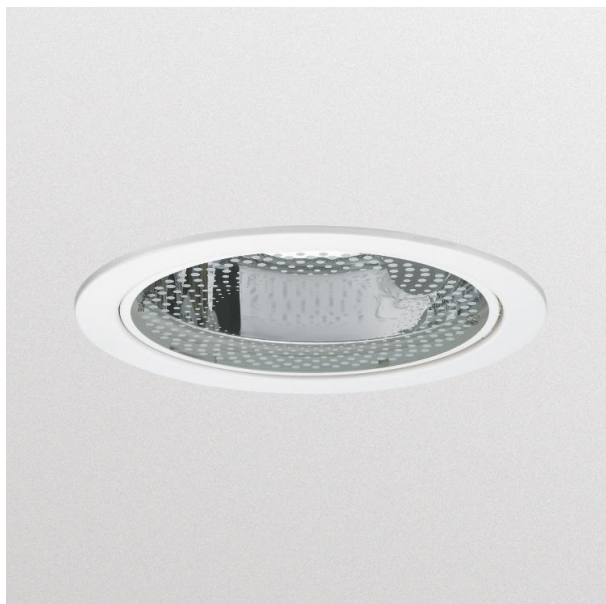
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	18.9	20.2	19.4	20.6	21.1	16.8	18.1	17.2	18.5	19.0
	3H	21.2	22.4	21.7	22.9	23.4	17.9	19.1	18.4	19.6	20.1
	4H	22.4	23.6	22.9	24.0	24.6	18.3	19.4	18.8	19.9	20.5
	6H	23.6	24.7	24.1	25.2	25.7	18.5	19.6	19.0	20.1	20.6
	8H	24.2	25.2	24.7	25.7	26.3	18.5	19.6	19.1	20.1	20.7
4H	12H	24.7	25.7	25.3	26.2	26.8	18.5	19.5	19.1	20.1	20.6
	2H	19.4	20.6	20.0	21.1	21.6	17.8	19.0	18.4	19.5	20.0
	3H	22.0	23.0	22.6	23.5	24.1	19.3	20.2	19.8	20.8	21.4
	4H	23.4	24.3	24.0	24.9	25.5	19.8	20.7	20.4	21.2	21.9
	6H	24.8	25.6	25.4	26.2	26.8	20.1	20.9	20.7	21.5	22.1
8H	8H	25.5	26.2	26.1	26.8	27.5	20.2	20.9	20.8	21.5	22.2
	12H	26.1	26.8	26.8	27.4	28.1	20.3	20.9	20.9	21.5	22.2
	2H	23.7	24.4	24.3	25.0	25.7	20.7	21.5	21.3	22.1	22.7
	6H	25.4	26.0	26.0	26.6	27.3	21.4	22.0	22.0	22.6	23.3
	8H	26.2	26.8	26.9	27.4	28.1	21.6	22.2	22.3	22.8	23.5
12H	12H	27.1	27.5	27.7	28.2	28.9	21.8	22.3	22.4	22.9	23.7
	2H	23.7	24.4	24.3	25.0	25.7	21.0	21.7	21.6	22.3	22.9
	6H	25.4	26.0	26.1	26.6	27.3	21.8	22.4	22.5	23.0	23.7
	8H	26.4	26.8	27.0	27.5	28.2	22.2	22.7	22.9	23.3	24.1
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1.5H	+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.3					
S = 2.0H	+0.3 / -0.4					+0.4 / -0.6					
Tabla estándar	BK11					BK14					
Sumando de corrección	9.1					3.6					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 10400lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips FBH024 2xPL-C/4P18W HF RG / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 54 85 98 100 53

Latina – simple and effective

Latina is a recessed downlight for compact fluorescent PL-C lamps, with spring fasteners for easy and quick installation. Square and round models are available. Latina comes in ready-to-install kit versions with pre-mounted lamps and pre-connected separate gearbox. Accessories include a frosted glass cover and clear decorative glass cover.

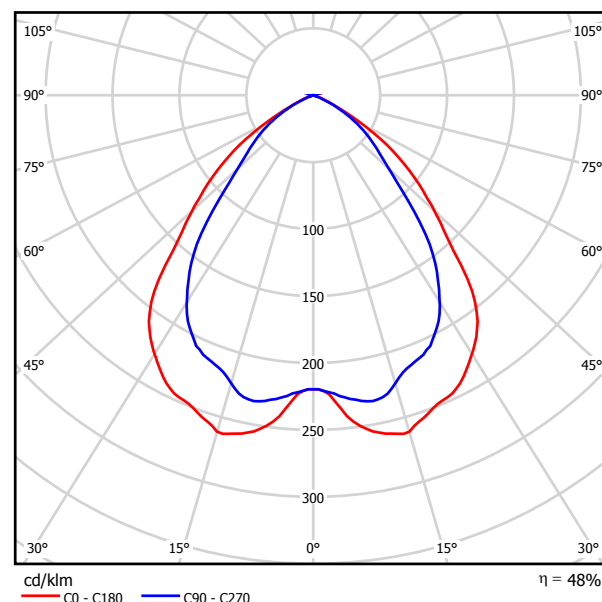
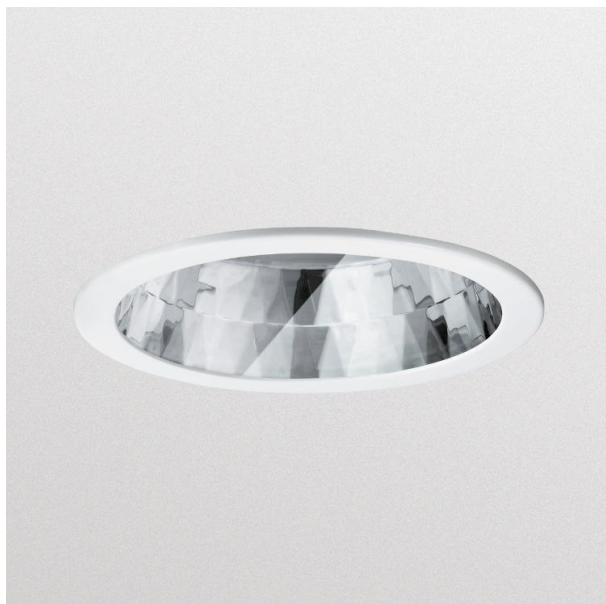
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	22.5	23.7	22.8	23.9	24.2	20.6	21.8	20.9	22.0	22.2
	3H	23.9	25.0	24.2	25.2	25.5	21.7	22.8	22.0	23.1	23.3
	4H	24.2	25.2	24.5	25.5	25.8	22.1	23.1	22.4	23.4	23.6
	6H	24.3	25.2	24.6	25.5	25.8	22.1	23.1	22.5	23.4	23.7
	8H	24.2	25.1	24.6	25.5	25.8	22.1	23.1	22.5	23.4	23.7
	12H	24.2	25.1	24.6	25.4	25.7	22.1	23.0	22.5	23.3	23.6
4H	2H	23.0	24.0	23.3	24.3	24.5	21.5	22.5	21.8	22.8	23.1
	3H	24.5	25.4	24.9	25.7	26.0	22.7	23.6	23.1	23.9	24.2
	4H	24.9	25.7	25.3	26.0	26.4	23.1	23.9	23.5	24.2	24.6
	6H	25.0	25.7	25.4	26.0	26.4	23.3	23.9	23.7	24.3	24.7
	8H	25.0	25.6	25.4	26.0	26.4	23.3	23.9	23.7	24.3	24.7
	12H	25.0	25.5	25.4	25.9	26.4	23.3	23.8	23.7	24.2	24.6
8H	4H	25.0	25.6	25.4	26.0	26.4	23.3	23.9	23.8	24.3	24.7
	6H	25.1	25.6	25.5	26.0	26.5	23.5	24.0	23.9	24.4	24.9
	8H	25.1	25.5	25.6	26.0	26.4	23.5	23.9	24.0	24.4	24.9
	12H	25.1	25.4	25.6	25.9	26.4	23.5	23.9	24.0	24.3	24.8
	4H	25.0	25.5	25.4	25.9	26.3	23.3	23.9	23.8	24.3	24.7
	6H	25.1	25.5	25.5	25.9	26.4	23.5	23.9	24.0	24.3	24.8
12H	8H	25.1	25.4	25.6	25.9	26.4	23.5	23.9	24.0	24.3	24.8
	12H	25.1	25.4	25.6	25.9	26.4	23.5	23.9	24.0	24.3	24.8
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.2 / -0.3					+0.2 / -0.3					
S = 1.5H	+0.3 / -0.6					+0.6 / -1.0					
S = 2.0H	+0.5 / -0.9					+0.8 / -1.5					
Tabla estándar	BK03					BK04					
Sumando de corrección	5.0					3.8					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2400lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips FBS120 2xPL-C/4P18W HF PG / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 96 100 100 48

Europa 2 – efficient and easy

Europa 2 is a fixed recessed downlight for compact fluorescent PL-C and PL-R lamps with highly efficient optics and automatic fixing clips for quick and easy installation. These downlights are available in two formats and can be fitted with a prismatic light control panel, opal cover, clear front panel or glare-control louver. Europa 2 is available in a ready-to-install kit version.

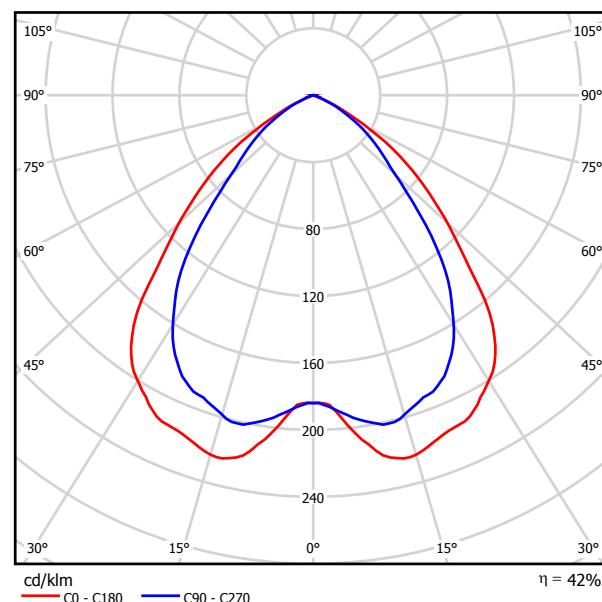
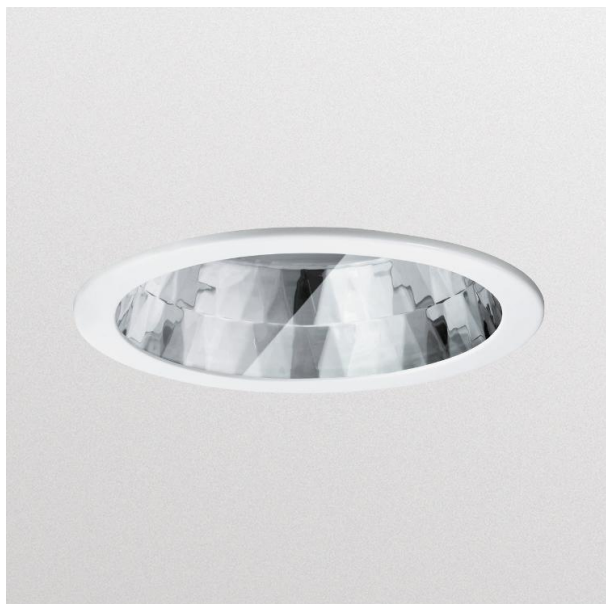
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	19.9	20.9	20.2	21.1	21.3	18.3	19.3	18.6	19.5	19.7
	3H	19.9	20.8	20.2	21.0	21.3	18.3	19.2	18.6	19.4	19.6
	4H	19.8	20.6	20.1	20.9	21.2	18.2	19.0	18.5	19.3	19.6
	6H	19.8	20.5	20.1	20.8	21.1	18.1	18.9	18.5	19.2	19.5
	8H	19.7	20.5	20.1	20.8	21.1	18.1	18.8	18.5	19.1	19.4
12H	19.7	20.4	20.1	20.7	21.0	18.1	18.8	18.4	19.1	19.4	
4H	2H	19.9	20.7	20.2	21.0	21.3	18.4	19.3	18.8	19.5	19.8
	3H	19.9	20.6	20.2	20.9	21.2	18.4	19.1	18.8	19.4	19.7
	4H	19.8	20.4	20.2	20.8	21.1	18.4	19.0	18.7	19.3	19.6
	6H	19.8	20.3	20.2	20.7	21.0	18.3	18.8	18.7	19.2	19.6
	8H	19.8	20.2	20.2	20.6	21.0	18.3	18.8	18.7	19.1	19.5
12H	19.7	20.1	20.2	20.5	21.0	18.3	18.7	18.7	19.1	19.5	
8H	4H	19.7	20.2	20.1	20.6	21.0	18.3	18.7	18.7	19.1	19.5
	6H	19.7	20.1	20.1	20.5	20.9	18.2	18.6	18.7	19.0	19.5
	8H	19.7	20.0	20.1	20.4	20.9	18.2	18.5	18.7	19.0	19.4
	12H	19.6	19.9	20.1	20.4	20.9	18.2	18.5	18.7	18.9	19.4
	4H	19.7	20.1	20.1	20.5	20.9	18.2	18.6	18.7	19.1	19.5
12H	6H	19.6	20.0	20.1	20.4	20.9	18.2	18.5	18.7	19.0	19.4
	8H	19.6	19.9	20.1	20.4	20.9	18.2	18.5	18.7	18.9	19.4
	Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias										
S = 1.0H	+0.5 / -1.1					+1.3 / -1.7					
S = 1.5H	+1.9 / -4.7					+1.9 / -4.1					
S = 2.0H	+3.7 / -8.5					+3.2 / -8.5					
Tabla estándar	BK00					BK01					
Sumando de corrección	-1.0					-2.1					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2400lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips FBS120 2xPL-C/4P26W HF PG / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 97 100 100 43

Europa 2 – efficient and easy

Europa 2 is a fixed recessed downlight for compact fluorescent PL-C and PL-R lamps with highly efficient optics and automatic fixing clips for quick and easy installation. These downlights are available in two formats and can be fitted with a prismatic light control panel, opal cover, clear front panel or glare-control louver. Europa 2 is available in a ready-to-install kit version.

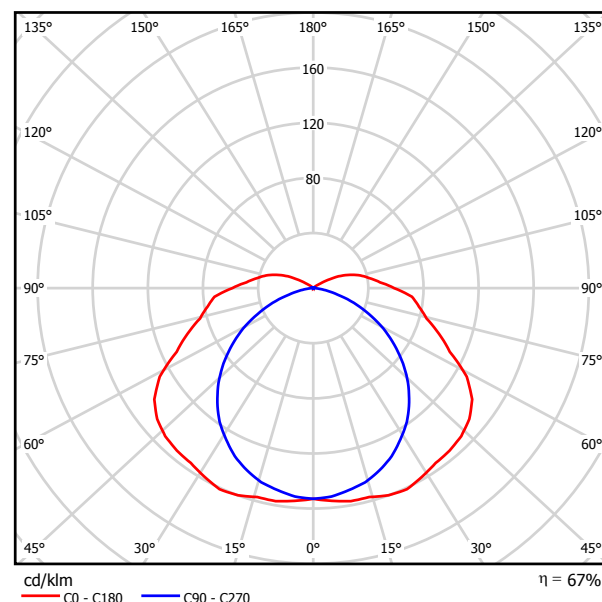
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	20.9	21.9	21.2	22.1	22.3	19.3	20.3	19.6	20.5	20.8
	3H	20.8	21.7	21.1	22.0	22.2	19.3	20.2	19.6	20.4	20.7
	4H	20.8	21.6	21.1	21.9	22.1	19.2	20.0	19.5	20.3	20.6
	6H	20.7	21.5	21.1	21.8	22.1	19.2	19.9	19.5	20.2	20.5
	8H	20.7	21.4	21.0	21.7	22.0	19.1	19.9	19.5	20.2	20.5
	12H	20.7	21.3	21.0	21.7	22.0	19.1	19.8	19.5	20.1	20.4
4H	2H	20.9	21.7	21.2	22.0	22.3	19.5	20.3	19.8	20.6	20.8
	3H	20.8	21.5	21.2	21.8	22.2	19.4	20.1	19.8	20.4	20.7
	4H	20.8	21.4	21.2	21.7	22.1	19.4	20.0	19.8	20.3	20.7
	6H	20.7	21.2	21.1	21.6	22.0	19.3	19.8	19.7	20.2	20.6
	8H	20.7	21.2	21.1	21.6	22.0	19.3	19.8	19.7	20.1	20.6
	12H	20.7	21.1	21.1	21.5	21.9	19.3	19.7	19.7	20.1	20.5
8H	4H	20.7	21.2	21.1	21.5	21.9	19.3	19.7	19.7	20.1	20.5
	6H	20.6	21.0	21.1	21.4	21.9	19.2	19.6	19.7	20.0	20.5
	8H	20.6	20.9	21.1	21.4	21.8	19.2	19.5	19.7	20.0	20.4
	12H	20.6	20.9	21.1	21.3	21.8	19.2	19.5	19.7	19.9	20.4
	4H	20.7	21.1	21.1	21.5	21.9	19.2	19.7	19.7	20.1	20.5
	6H	20.6	20.9	21.1	21.4	21.8	19.2	19.5	19.7	20.0	20.4
12H	8H	20.6	20.8	21.1	21.3	21.8	19.2	19.5	19.7	19.9	20.4
	12H	20.6	20.8	21.1	21.3	21.8	19.2	19.5	19.7	19.9	20.4
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.6 / -1.2					+1.2 / -1.9					
S = 1.5H	+2.0 / -4.9					+1.9 / -4.7					
S = 2.0H	+3.8 / -9.0					+3.3 / -9.0					
Tabla estándar	BK00					BK01					
Sumando de corrección	-0.5					-1.5					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3600lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TCW216 2xTL-D18W HFP / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 91
Código CIE Flux: 37 68 88 91 67

Pacific – functional and flexible

Pacific TCW216 is a functional dust-, jet-, shock- and vandalproof luminaire, and can accommodate both TL-D and TL5 (16 mm) fluorescent lamps. The cover is fixed to the housing by means of an innovative concept using integrated fixing points to avoid external lockers. There is a choice of different standard versions available. The luminaire can be mounted individually or in-line with easy click installation. Flexibility is ensured with a choice of fixing points and different cable entries. The TCW216 can also be suspended from Philips TTX410 light-line systems.

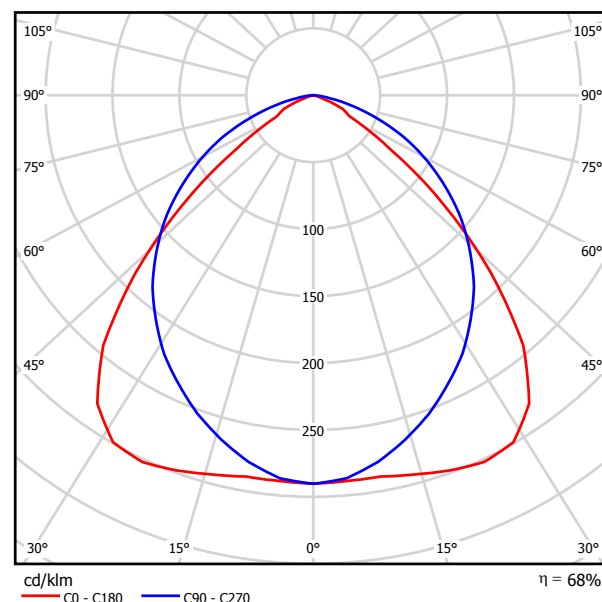
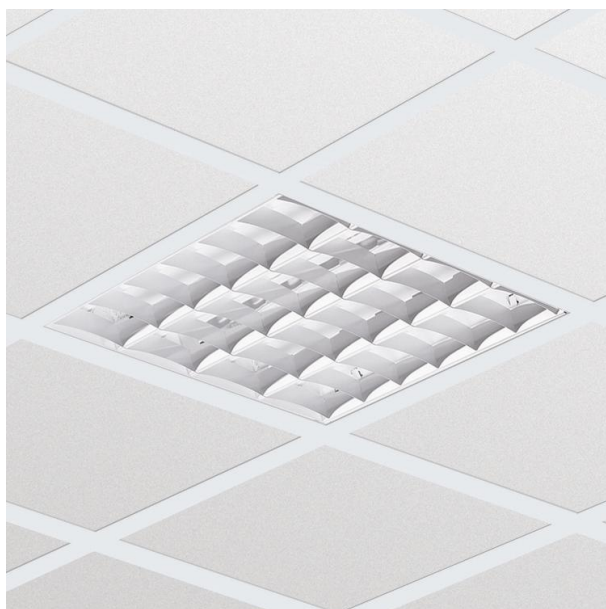
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	18.1	19.4	18.5	19.8	20.2	15.8	17.1	16.2	17.5	17.9
	3H	20.0	21.3	20.5	21.7	22.2	17.0	18.2	17.5	18.7	19.1
	4H	21.0	22.2	21.5	22.6	23.1	17.4	18.5	17.9	19.0	19.5
	6H	22.1	23.1	22.5	23.6	24.1	17.6	18.6	18.0	19.1	19.6
	8H	22.6	23.6	23.1	24.1	24.6	17.6	18.6	18.1	19.1	19.6
4H	12H	23.1	24.1	23.6	24.6	25.1	17.6	18.6	18.1	19.1	19.6
	2H	18.6	19.8	19.1	20.2	20.7	17.0	18.1	17.4	18.6	19.1
	3H	20.8	21.8	21.3	22.3	22.8	18.5	19.5	19.0	20.0	20.5
	4H	22.0	22.9	22.5	23.4	24.0	19.0	19.9	19.5	20.4	21.0
	6H	23.2	24.0	23.8	24.6	25.2	19.3	20.1	19.9	20.7	21.2
8H	8H	23.9	24.6	24.4	25.2	25.8	19.4	20.1	20.0	20.7	21.3
	12H	24.5	25.2	25.1	25.8	26.4	19.4	20.1	20.0	20.7	21.3
	4H	22.3	23.0	22.8	23.6	24.2	19.8	20.5	20.3	21.1	21.7
	6H	23.8	24.4	24.4	25.0	25.6	20.4	21.0	21.0	21.6	22.2
	8H	24.6	25.1	25.2	25.7	26.4	20.6	21.1	21.2	21.7	22.4
12H	12H	25.4	25.9	26.1	26.5	27.2	20.7	21.2	21.3	21.8	22.5
	4H	22.3	23.0	22.9	23.5	24.1	20.0	20.6	20.5	21.2	21.8
	6H	23.8	24.4	24.5	25.0	25.7	20.7	21.3	21.3	21.9	22.6
	8H	24.7	25.2	25.4	25.8	26.5	21.1	21.6	21.7	22.2	22.9
	12H	25.4	25.9	26.1	26.5	27.2	21.1	21.6	21.7	22.2	22.9
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1.5H	+0.3 / -0.2					+0.3 / -0.4					
S = 2.0H	+0.3 / -0.5					+0.6 / -0.9					
Tabla estándar	BK09					BK14					
Sumando de corrección	7.1					3.1					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2700lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TBS160 4xTL-D18W HFP C3 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 59 92 99 100 68

Impala – functional and convenient

Impala TBS160 is a functional recessed luminaire for 2, 3 or 4 TL-D fluorescent lamps. It offers a wide range of optics as well as a prismatic plate. The optics/plate are fitted to the housing by means of a clip for easy installation and maintenance. An external connection system enables the mains connection to be made without opening the luminaire. The luminaire fits in visible profile ceilings as standard and, using accessories, in concealed and plaster ceilings.

Emisión de luz 1:

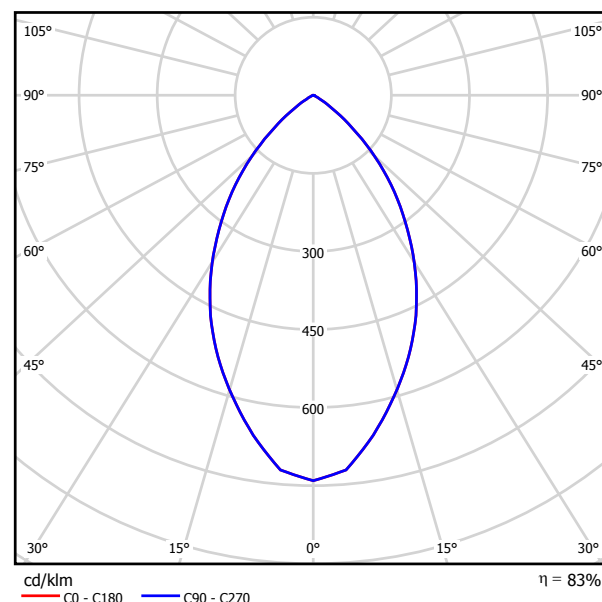
Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	15.3	16.4	15.6	16.6	16.9	17.4	18.5	17.6	18.7	18.9
	3H	15.3	16.3	15.6	16.6	16.8	18.3	19.4	18.6	19.6	19.9
	4H	15.2	16.2	15.6	16.4	16.7	18.6	19.5	18.9	19.8	20.1
	6H	15.2	16.0	15.5	16.3	16.6	18.7	19.6	19.0	19.9	20.2
	8H	15.1	16.0	15.5	16.3	16.6	18.7	19.5	19.1	19.8	20.2
4H	12H	15.1	15.9	15.4	16.2	16.5	18.7	19.5	19.0	19.8	20.1
	2H	15.7	16.6	16.0	16.9	17.2	17.5	18.4	17.8	18.7	19.0
	3H	15.7	16.5	16.1	16.8	17.2	18.5	19.3	18.9	19.6	20.0
	4H	15.7	16.4	16.1	16.7	17.1	18.8	19.5	19.2	19.9	20.2
	6H	15.6	16.2	16.0	16.6	17.0	19.0	19.6	19.4	20.0	20.3
8H	12H	15.6	16.1	16.0	16.5	16.9	19.0	19.5	19.4	19.9	20.3
	2H	15.5	16.0	16.0	16.4	16.8	19.0	19.5	19.4	19.9	20.3
	4H	15.7	16.2	16.1	16.6	17.0	18.8	19.3	19.2	19.7	20.1
	6H	15.6	16.0	16.0	16.5	16.9	18.9	19.4	19.4	19.8	20.2
	8H	15.6	15.9	16.0	16.4	16.9	18.9	19.3	19.4	19.8	20.2
12H	15.5	15.8	16.0	16.3	16.8	18.9	19.3	19.4	19.7	20.2	
	4H	15.6	16.1	16.1	16.5	17.0	18.7	19.2	19.2	19.6	20.1
	6H	15.6	15.9	16.0	16.4	16.9	18.9	19.3	19.3	19.7	20.2
	8H	15.5	15.9	16.0	16.3	16.8	18.9	19.2	19.4	19.7	20.2
	Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias										
S = 1.0H	+1.0 / -1.8					+0.3 / -0.4					
S = 1.5H	+2.2 / -5.2					+0.8 / -1.0					
S = 2.0H	+3.7 / -6.6					+1.1 / -1.9					
Tabla estándar	BK01					BK03					
Sumando de corrección	-3.6					0.2					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5400lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips HPK150 1xHPI-P400W-BU P-NB +GPK150 R / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 82 99 100 100 83

Cabana – ultra-convenient

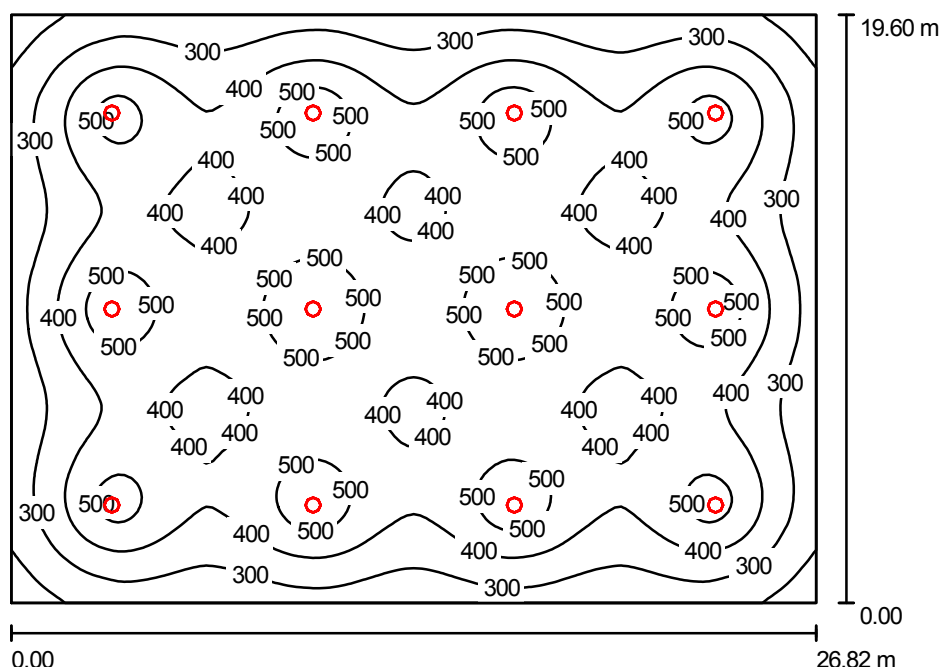
Cabana HPK150 is a functional high-bay indoor luminaire for high-intensity discharge lamps. It is supplied with a reflector, which can be attached to the unit without screws by means of an ingenious bayonet construction. The innovative external beam regulator enables easy lamp adjustment (narrow or wide beam) at the installation site. The external connector means the electrical connection can be made without opening the unit. Two standard versions are available: a compact version with unit and reflector in one box, and a kit version with unit, reflector and lamp installed.

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	21.7	22.6	22.0	22.8	23.0	21.7	22.6	22.0	22.8	23.0
	3H	21.6	22.4	21.9	22.6	22.8	21.6	22.4	21.9	22.6	22.8
	4H	21.5	22.2	21.8	22.5	22.8	21.5	22.2	21.8	22.5	22.8
	6H	21.5	22.1	21.8	22.4	22.7	21.5	22.1	21.8	22.4	22.7
	8H	21.4	22.0	21.8	22.3	22.6	21.4	22.0	21.8	22.3	22.6
12H	21.4	22.0	21.7	22.3	22.6	21.4	22.0	21.7	22.3	22.6	
4H	2H	21.6	22.3	21.9	22.6	22.8	21.6	22.3	21.9	22.6	22.8
	3H	21.5	22.0	21.8	22.3	22.7	21.5	22.0	21.8	22.3	22.7
	4H	21.4	21.9	21.8	22.2	22.6	21.4	21.9	21.8	22.2	22.6
	6H	21.3	21.7	21.7	22.1	22.5	21.3	21.7	21.7	22.1	22.5
	8H	21.3	21.7	21.7	22.0	22.4	21.3	21.7	21.7	22.0	22.4
12H	21.2	21.6	21.7	22.0	22.4	21.2	21.6	21.7	22.0	22.4	
8H	4H	21.3	21.7	21.7	22.0	22.4	21.3	21.7	21.7	22.0	22.4
	6H	21.2	21.5	21.6	21.9	22.4	21.2	21.5	21.6	21.9	22.4
	8H	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3
	12H	21.1	21.3	21.6	21.8	22.3	21.1	21.3	21.6	21.8	22.3
	12H	21.2	21.6	21.7	22.0	22.4	21.2	21.6	21.7	22.0	22.4
12H	4H	21.2	21.6	21.7	22.0	22.4	21.2	21.6	21.7	22.0	22.4
	6H	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3
	8H	21.1	21.3	21.6	21.8	22.3	21.1	21.3	21.6	21.8	22.3
	12H	21.1	21.3	21.6	21.8	22.3	21.1	21.3	21.6	21.8	22.3
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+1.5 / -4.7					+1.5 / -4.7					
S = 1.5H	+3.5 / -11.8					+3.5 / -11.8					
S = 2.0H	+5.5 / -16.5					+5.5 / -16.5					
Tabla estándar	BK00					BK00					
Sumando de corrección	2.5					2.5					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 32500lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Taller / Resumen



Altura del local: 8.000 m, Altura de montaje: 7.400 m, Factor mantenimiento: 0.67

Valores en Lux, Escala 1:252

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	400	138	597	0.344
Suelo	30	387	153	538	0.394
Techo	70	79	51	101	0.649
Paredes (4)	30	118	47	215	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 22
Pared inferior 22
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

22
22

Tran

22
22

al eje de luminaria

Lista de piezas - Luminarias

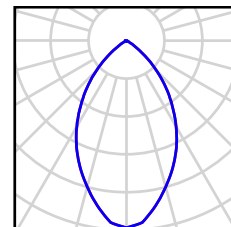
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	12	Philips HPK150 1xHPI-P400W-BU P-NB +GPK150 R (1.000)	32500	428.0
Total:			390000	5136.0

Valor de eficiencia energética: $9.77 \text{ W/m}^2 = 2.44 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 525.67 m^2)

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Taller / Lista de luminarias

12 Pieza Philips HPK150 1xHPI-P400W-BU P-NB
+GPK150 R
N° de artículo:
Flujo luminoso de las luminarias: 32500 lm
Potencia de las luminarias: 428.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 82 99 100 100 83
Lámpara: 1 x HPI-P400W-BU/743 (Factor de
corrección 1.000).

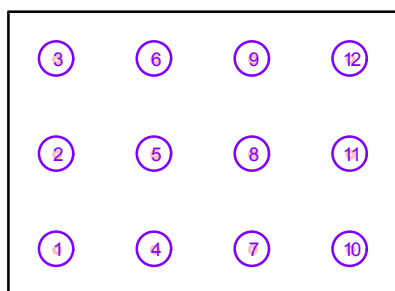


Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Taller / Luminarias (lista de coordenadas)

Philips HPK150 1xHPI-P400W-BU P-NB +GPK150 R

32500 lm, 428.0 W, 1 x 1 x HPI-P400W-BU/743 (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	3.353	3.267	7.400	0.0	0.0	90.0
2	3.353	9.800	7.400	0.0	0.0	90.0
3	3.352	16.333	7.400	0.0	0.0	90.0
4	10.058	3.267	7.400	0.0	0.0	90.0
5	10.058	9.800	7.400	0.0	0.0	90.0
6	10.058	16.333	7.400	0.0	0.0	90.0
7	16.763	3.267	7.400	0.0	0.0	90.0
8	16.763	9.800	7.400	0.0	0.0	90.0
9	16.763	16.333	7.400	0.0	0.0	90.0
10	23.468	3.267	7.400	0.0	0.0	90.0
11	23.468	9.800	7.400	0.0	0.0	90.0
12	23.468	16.333	7.400	0.0	0.0	90.0

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Taller / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 390000 lm
 Potencia total: 5136.0 W
 Factor mantenimiento: 0.67
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	352	48	400	/	/
Suelo	339	49	387	30	37
Techo	0.00	79	79	70	18
Pared 1	52	68	120	30	11
Pared 2	50	66	116	30	11
Pared 3	52	67	119	30	11
Pared 4	50	66	116	30	11

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.344 (1:3)

E_{\min} / E_{\max} : 0.230 (1:4)

UGR

Pared izq

Pared inferior

(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

22

22

Tran

22

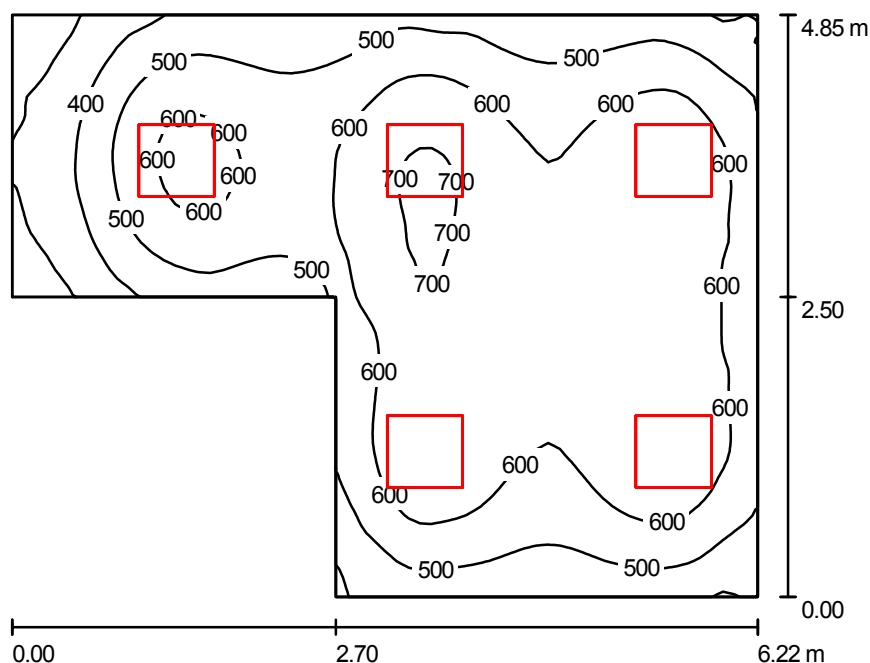
22

al eje de luminaria

Valor de eficiencia energética: $9.77 \text{ W/m}^2 = 2.44 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 525.67 m^2)

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Oficinas Planta Baja / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:63

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	565	240	719	0.425
Suelo	30	463	255	611	0.551
Techo	70	156	98	197	0.624
Paredes (6)	50	281	105	771	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

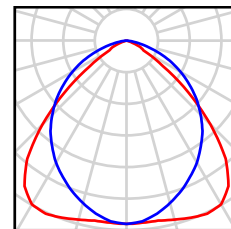
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	5	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP C3 (1.000)	5400	69.5
Total:			27000	347.5

Valor de eficiencia energética: $14.84 \text{ W/m}^2 = 2.63 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 23.42 m^2)

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Oficinas Planta Baja / Lista de luminarias

5 Pieza Philips TBS160 4xTL-D18W HFP C3
N° de artículo:
Flujo luminoso de las luminarias: 5400 lm
Potencia de las luminarias: 69.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 59 92 99 100 68
Lámpara: 4 x TL-D18W/840 (Factor de
corrección 1.000).

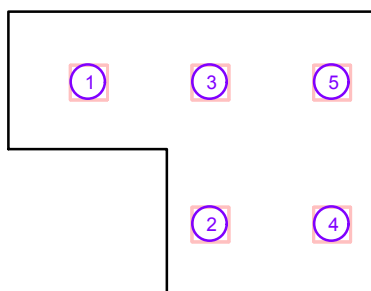


Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Oficinas Planta Baja / Luminarias (lista de coordenadas)

Philips TBS160 4xTL-D18W HFP C3

5400 lm, 69.5 W, 1 x 4 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.370	3.637	2.580	0.0	0.0	90.0
2	3.444	1.213	2.580	0.0	0.0	90.0
3	3.444	3.637	2.580	0.0	0.0	90.0
4	5.517	1.213	2.580	0.0	0.0	90.0
5	5.517	3.637	2.580	0.0	0.0	90.0

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Oficinas Planta Baja / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 27000 lm
 Potencia total: 347.5 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	421	144	565	/	/
Suelo	311	152	463	30	44
Techo	0.00	156	156	70	35
Pared 1	107	138	245	50	39
Pared 2	171	159	330	50	53
Pared 3	117	160	277	50	44
Pared 4	181	154	335	50	53
Pared 5	116	144	260	50	41
Pared 6	94	129	222	50	35

Simetrías en el plano útil

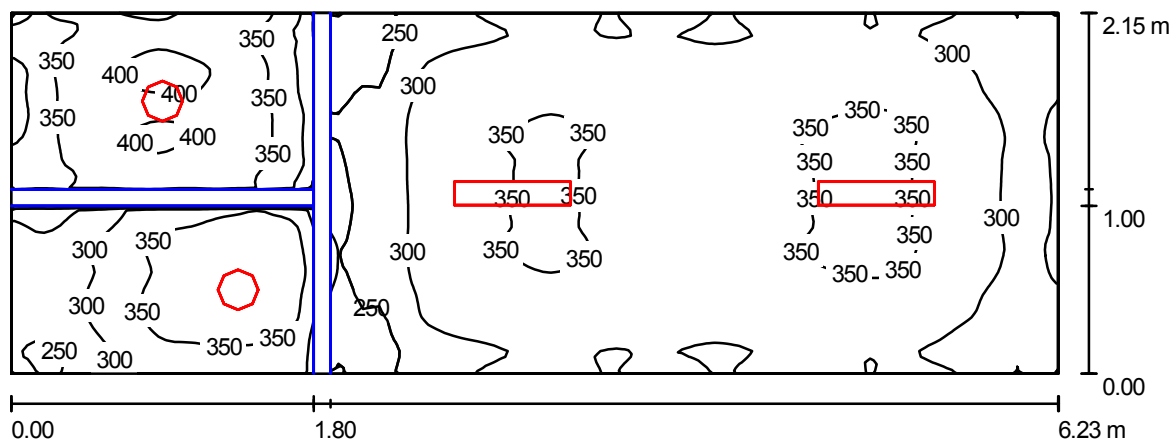
E_{\min} / E_{\max} : 0.425 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.334 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $14.84 \text{ W/m}^2 = 2.63 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 23.42 m^2)

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario Planta Baja / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:45

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	324	179	413	0.554
Suelo	46	246	69	300	0.279
Techo	78	211	59	369	0.281
Paredes (4)	85	241	69	546	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

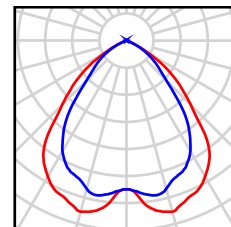
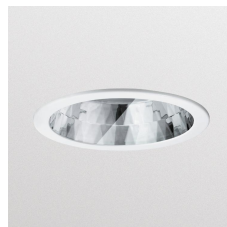
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	2	Philips FBS120 2xPL-C/4P18W HF PG (1.000)	2400	38.0
2	2	Philips TCW216 2xTL-D18W HFP (1.000)	2700	38.0
Total:			10200	152.0

Valor de eficiencia energética: $11.35 \text{ W/m}^2 = 3.51 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 13.39 m^2)

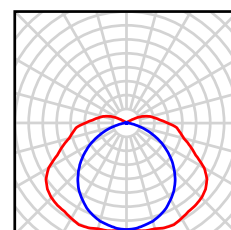
Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario Planta Baja / Lista de luminarias

2 Pieza Philips FBS120 2xPL-C/4P18W HF PG
N° de artículo:
Flujo luminoso de las luminarias: 2400 lm
Potencia de las luminarias: 38.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 96 100 100 48
Lámpara: 2 x PL-C/4P18W/840 (Factor de corrección 1.000).



2 Pieza Philips TCW216 2xTL-D18W HFP
N° de artículo:
Flujo luminoso de las luminarias: 2700 lm
Potencia de las luminarias: 38.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 91
Código CIE Flux: 37 68 88 91 67
Lámpara: 2 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vestuario Planta Baja / Luminarias (lista de coordenadas)

Philips FBS120 2xPL-C/4P18W HF PG

2400 lm, 38.0 W, 1 x 2 x PL-C/4P18W/840 (Factor de corrección 1.000).



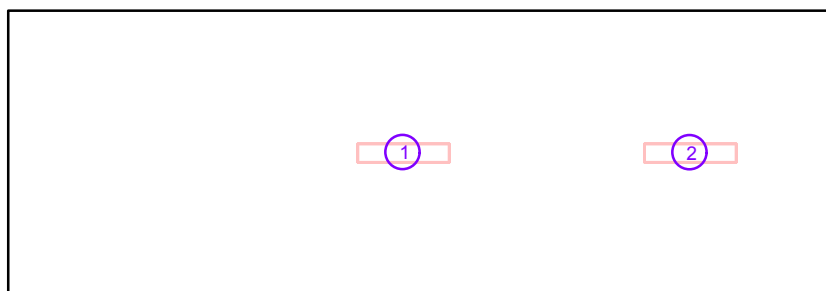
Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.350	0.500	2.622	0.0	0.0	0.0
2	0.900	1.625	2.622	0.0	0.0	90.0

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vestuario Planta Baja / Luminarias (lista de coordenadas)

Philips TCW216 2xTL-D18W HFP

2700 lm, 38.0 W, 1 x 2 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	2.983	1.075	2.500	0.0	0.0	90.0
2	5.148	1.075	2.500	0.0	0.0	90.0

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vestuario Planta Baja / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 10200 lm
 Potencia total: 152.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	116	207	324	/	/
Suelo	64	182	246	46	36
Techo	14	196	211	78	52
Pared 1	66	171	238	85	64
Pared 2	48	191	239	85	65
Pared 3	69	188	257	85	70
Pared 4	33	174	207	85	56

Simetrías en el plano útil

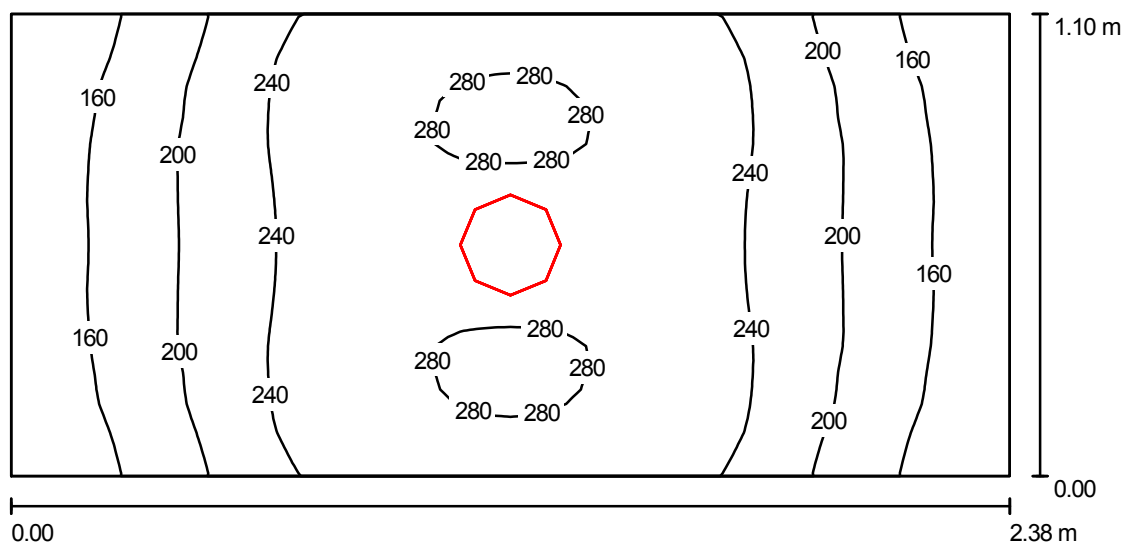
E_{\min} / E_{\max} : 0.554 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.433 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $11.35 \text{ W/m}^2 = 3.51 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 13.39 m^2)

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseos Planta Baja / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.622 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:18

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	222	128	286	0.576
Suelo	30	129	109	150	0.843
Techo	70	52	34	71	0.664
Paredes (4)	50	108	36	461	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

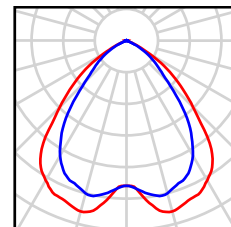
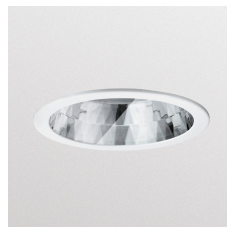
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	1	Philips FBS120 2xPL-C/4P26W HF PG (1.000)	3600	54.0
Total:			3600	54.0

Valor de eficiencia energética: $20.63 \text{ W/m}^2 = 9.29 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 2.62 m^2)

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseos Planta Baja / Lista de luminarias

1 Pieza Philips FBS120 2xPL-C/4P26W HF PG
N° de artículo:
Flujo luminoso de las luminarias: 3600 lm
Potencia de las luminarias: 54.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 97 100 100 43
Lámpara: 2 x PL-C/4P26W/840 (Factor de corrección 1.000).

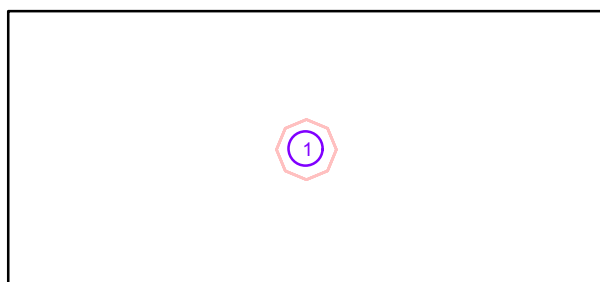


Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Aseos Planta Baja / Luminarias (lista de coordenadas)

Philips FBS120 2xPL-C/4P26W HF PG

3600 lm, 54.0 W, 1 x 2 x PL-C/4P26W/840 (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.190	0.550	2.622	0.0	0.0	90.0

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Aseos Planta Baja / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 3600 lm
 Potencia total: 54.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	163	59	222	/	/
Suelo	83	46	129	30	12
Techo	0.00	52	52	70	12
Pared 1	68	51	119	50	19
Pared 2	35	48	83	50	13
Pared 3	68	51	119	50	19
Pared 4	35	48	84	50	13

Simetrías en el plano útil

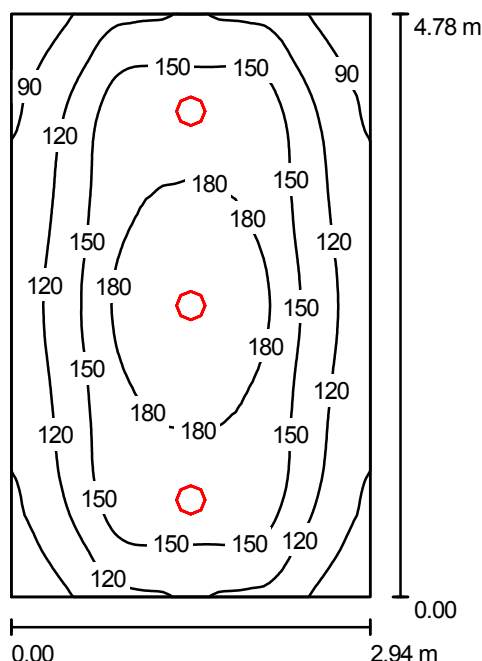
E_{\min} / E_{\max} : 0.576 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.447 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $20.63 \text{ W/m}^2 = 9.29 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 2.62 m^2)

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de descanso / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.600 m, Factor mantenimiento: 0.67

Valores en Lux, Escala 1:62

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	142	69	193	0.489
Suelo	30	109	74	129	0.683
Techo	70	33	24	42	0.716
Paredes (4)	50	69	25	135	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 23
Pared inferior 24
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

23
24

Tran

21
22

al eje de luminaria

Lista de piezas - Luminarias

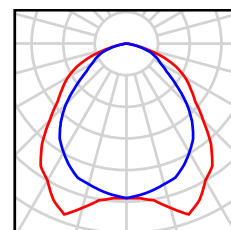
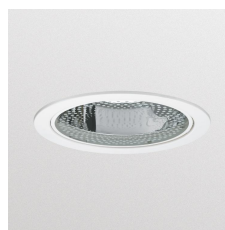
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	3	Philips FBH024 2xPL-C/4P18W HF RG (1.000)	2400	38.0
Total:			7200	114.0

Valor de eficiencia energética: $8.11 \text{ W/m}^2 = 5.71 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 14.05 m^2)

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de descanso / Lista de luminarias

3 Pieza Philips FBH024 2xPL-C/4P18W HF RG
N° de artículo:
Flujo luminoso de las luminarias: 2400 lm
Potencia de las luminarias: 38.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 54 85 98 100 53
Lámpara: 2 x PL-C/4P18W/840 (Factor de corrección 1.000).

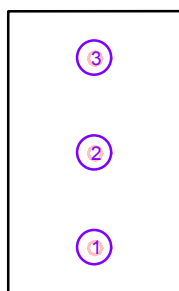


Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Sala de descanso / Luminarias (lista de coordenadas)

Philips FBH024 2xPL-C/4P18W HF RG

2400 lm, 38.0 W, 1 x 2 x PL-C/4P18W/840 (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.470	0.797	2.600	0.0	0.0	0.0
2	1.470	2.390	2.600	0.0	0.0	0.0
3	1.470	3.983	2.600	0.0	0.0	0.0

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Sala de descanso / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 7200 lm
 Potencia total: 114.0 W
 Factor mantenimiento: 0.67
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	112	30	142	/	/
Suelo	77	32	109	30	10
Techo	0.00	33	33	70	7.32
Pared 1	39	31	70	50	11
Pared 2	38	31	69	50	11
Pared 3	39	31	70	50	11
Pared 4	38	31	69	50	11

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.489 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.359 (1:3)

UGR

Pared izq

Pared inferior

(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

23

24

Tran

21

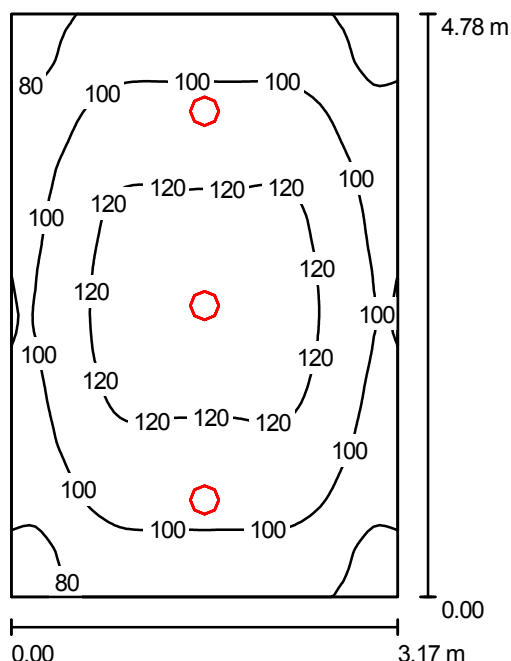
22

al eje de luminaria

Valor de eficiencia energética: $8.11 \text{ W/m}^2 = 5.71 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 14.05 m^2)

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo Planta Baja / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.600 m, Factor mantenimiento: 0.67

Valores en Lux, Escala 1:62

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	105	69	127	0.661
Suelo	30	105	70	127	0.666
Techo	70	31	22	34	0.725
Paredes (4)	50	65	24	132	/

Plano útil:

Altura: 0.000 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 23
Pared inferior 24
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

23

Tran

21

al eje de luminaria

22

Lista de piezas - Luminarias

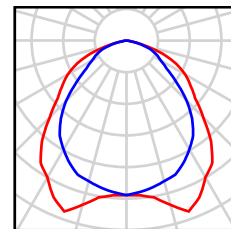
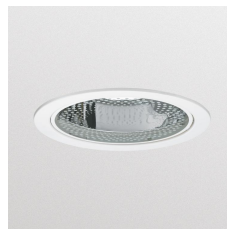
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	3	Philips FBH024 2xPL-C/4P18W HF RG (1.000)	2400	38.0
Total:			7200	114.0

Valor de eficiencia energética: $7.52 \text{ W/m}^2 = 7.18 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 15.15 m^2)

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo Planta Baja / Lista de luminarias

3 Pieza Philips FBH024 2xPL-C/4P18W HF RG
N° de artículo:
Flujo luminoso de las luminarias: 2400 lm
Potencia de las luminarias: 38.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 54 85 98 100 53
Lámpara: 2 x PL-C/4P18W/840 (Factor de corrección 1.000).

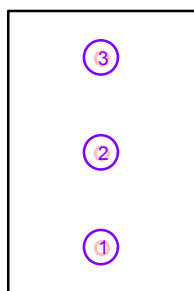


Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Pasillo Planta Baja / Luminarias (lista de coordenadas)

Philips FBH024 2xPL-C/4P18W HF RG

2400 lm, 38.0 W, 1 x 2 x PL-C/4P18W/840 (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.585	0.797	2.600	0.0	0.0	0.0
2	1.585	2.390	2.600	0.0	0.0	0.0
3	1.585	3.983	2.600	0.0	0.0	0.0

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Pasillo Planta Baja / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 7200 lm
 Potencia total: 114.0 W
 Factor mantenimiento: 0.67
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	75	30	105	/	/
Suelo	75	30	105	30	10
Techo	0.00	31	31	70	6.91
Pared 1	37	29	66	50	11
Pared 2	35	29	64	50	10
Pared 3	37	29	66	50	11
Pared 4	35	29	64	50	10

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.661 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.546 (1:2)

UGR

Pared izq

Pared inferior

(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

23

24

Tran

21

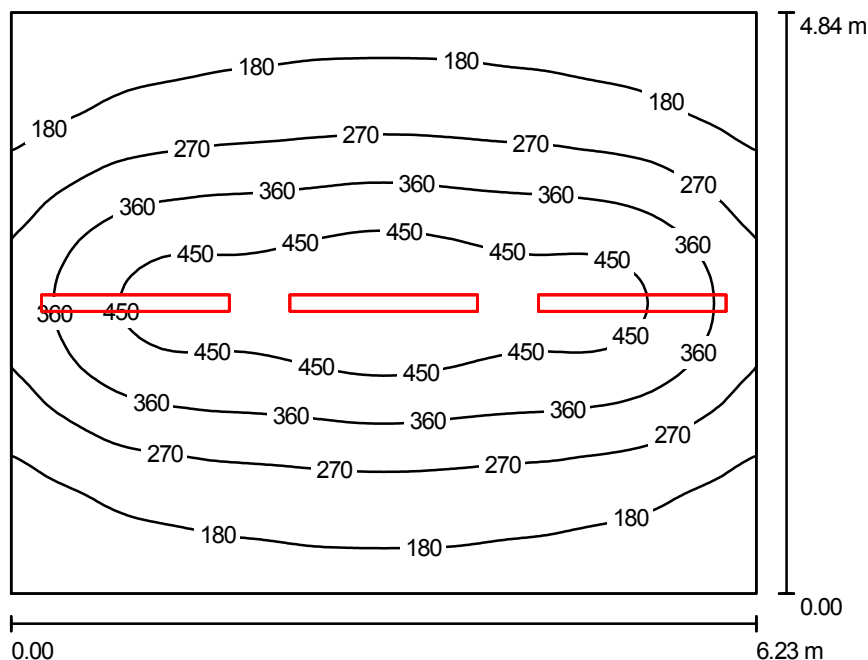
22

al eje de luminaria

Valor de eficiencia energética: $7.52 \text{ W/m}^2 = 7.18 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 15.15 m^2)

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Limpieza y Mantenimiento Planta Baja / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.67

Valores en Lux, Escala 1:63

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	287	105	514	0.364
Suelo	30	226	118	325	0.525
Techo	70	103	47	363	0.458
Paredes (4)	30	170	92	527	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 26
Pared inferior 24
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

26
24

Tran

21
21

al eje de luminaria

Lista de piezas - Luminarias

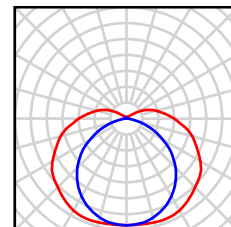
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	3	Philips TCW060 2xTL-D58W HF (1.000)	10400	110.0
Total:			31200	330.0

Valor de eficiencia energética: $10.94 \text{ W/m}^2 = 3.81 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 30.15 m^2)

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Limpieza y Mantenimiento Planta Baja / Lista de luminarias

3 Pieza Philips TCW060 2xTL-D58W HF
N° de artículo:
Flujo luminoso de las luminarias: 10400 lm
Potencia de las luminarias: 110.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 88
Código CIE Flux: 37 67 87 88 59
Lámpara: 2 x TL-D58W/840 (Factor de corrección 1.000).

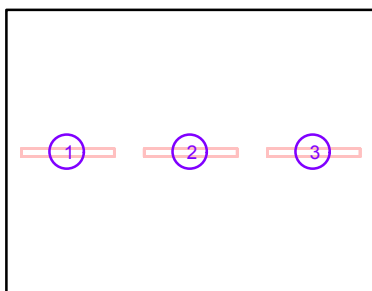


Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Limpieza y Mantenimiento Planta Baja / Luminarias (lista de coordenadas)

Philips TCW060 2xTL-D58W HF

10400 lm, 110.0 W, 1 x 2 x TL-D58W/840 (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.038	2.420	2.500	0.0	0.0	90.0
2	3.115	2.420	2.500	0.0	0.0	90.0
3	5.192	2.420	2.500	0.0	0.0	90.0

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Limpieza y Mantenimiento Planta Baja / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 31200 lm
 Potencia total: 330.0 W
 Factor mantenimiento: 0.67
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	221	66	287	/	/
Suelo	164	62	226	30	22
Techo	42	60	103	70	23
Pared 1	113	58	171	30	16
Pared 2	106	62	169	30	16
Pared 3	113	58	171	30	16
Pared 4	106	61	168	30	16

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.364 (1:3)

E_{\min} / E_{\max} : 0.204 (1:5)

UGR

Pared izq

Pared inferior

(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

26

24

Tran

21

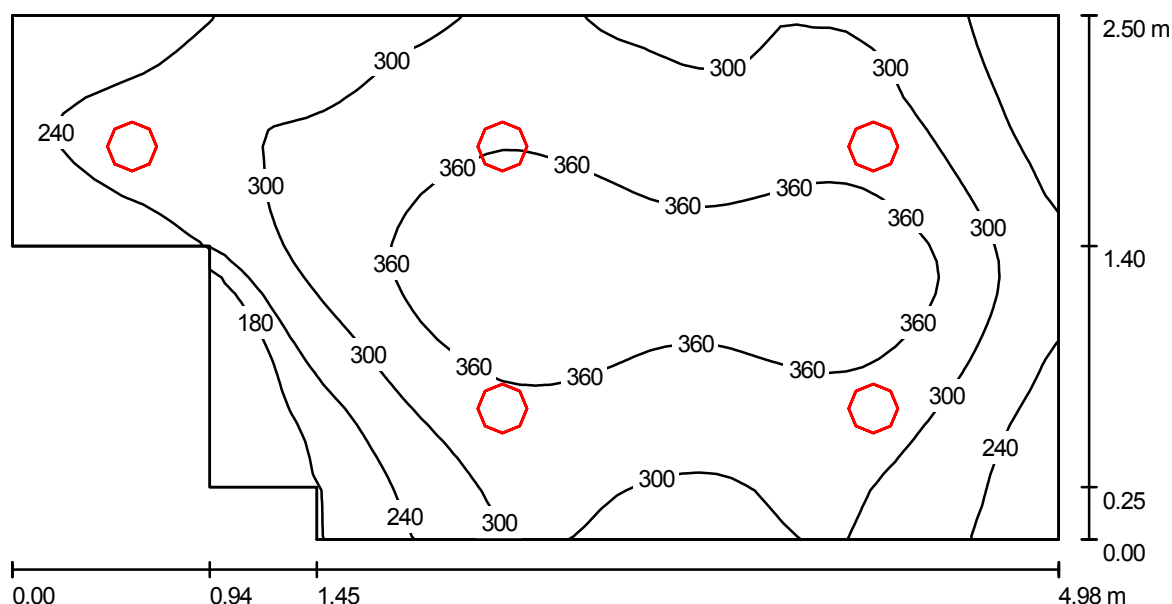
21

al eje de luminaria

Valor de eficiencia energética: $10.94 \text{ W/m}^2 = 3.81 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 30.15 m^2)

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestibulo / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:36

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	304	128	423	0.421
Suelo	30	227	135	288	0.594
Techo	70	78	49	119	0.621
Paredes (8)	50	164	56	416	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

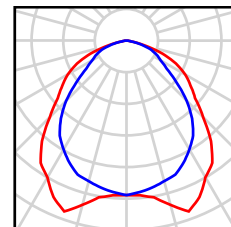
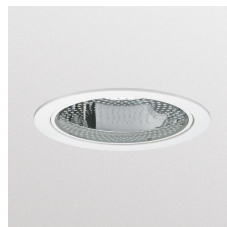
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	5	Philips FBH024 2xPL-C/4P18W HF RG (1.000)	2400	38.0
Total:			12000	190.0

Valor de eficiencia energética: $17.26 \text{ W/m}^2 = 5.67 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 11.01 m^2)

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestibulo / Lista de luminarias

5 Pieza Philips FBH024 2xPL-C/4P18W HF RG
N° de artículo:
Flujo luminoso de las luminarias: 2400 lm
Potencia de las luminarias: 38.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 54 85 98 100 53
Lámpara: 2 x PL-C/4P18W/840 (Factor de corrección 1.000).

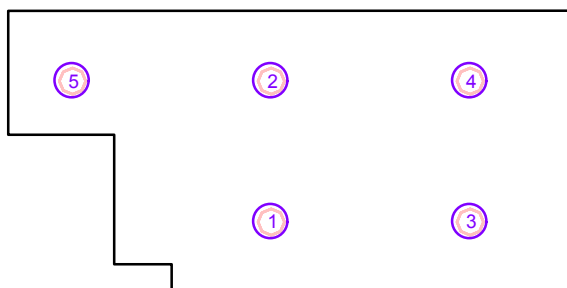


Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vestibulo / Luminarias (lista de coordenadas)

Philips FBH024 2xPL-C/4P18W HF RG

2400 lm, 38.0 W, 1 x 2 x PL-C/4P18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	2.332	0.625	2.500	0.0	0.0	90.0
2	2.332	1.875	2.500	0.0	0.0	90.0
3	4.098	0.625	2.500	0.0	0.0	90.0
4	4.098	1.875	2.500	0.0	0.0	90.0
5	0.570	1.875	2.600	0.0	0.0	0.0

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vestibulo / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 12000 lm
 Potencia total: 190.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	230	74	304	/	/
Suelo	155	72	227	30	22
Techo	0.00	78	78	70	17
Pared 1	104	73	176	50	28
Pared 2	79	73	153	50	24
Pared 3	99	75	174	50	28
Pared 4	105	75	180	50	29
Pared 5	96	79	175	50	28
Pared 6	48	69	117	50	19
Pared 7	29	65	94	50	15
Pared 8	61	71	131	50	21

Simetrías en el plano útil

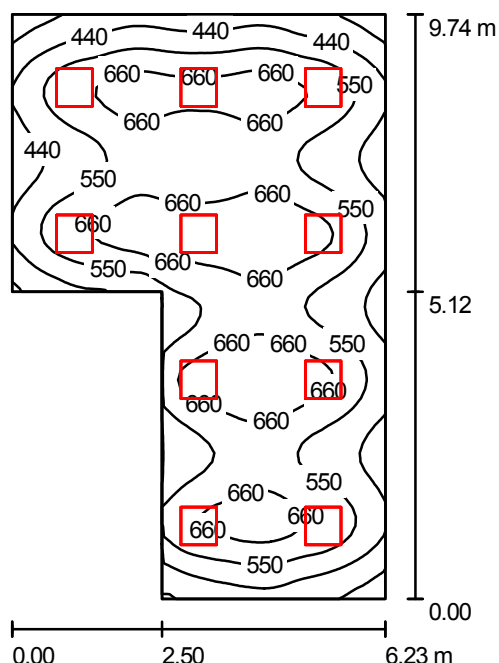
E_{\min} / E_{\max} : 0.421 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.303 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $17.26 \text{ W/m}^2 = 5.67 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 11.01 m^2)

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Oficinas Planta 1 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:126

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	570	266	775	0.467
Suelo	30	493	276	642	0.560
Techo	70	140	96	202	0.686
Paredes (6)	50	268	107	815	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

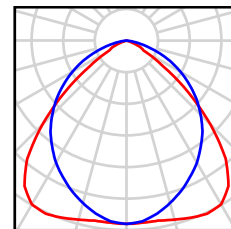
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	10	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP C3 (1.000)	5400	69.5
Total:			54000	695.0

Valor de eficiencia energética: $14.52 \text{ W/m}^2 = 2.55 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 47.88 m^2)

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Oficinas Planta 1 / Lista de luminarias

10 Pieza Philips TBS160 4xTL-D18W HFP C3
N° de artículo:
Flujo luminoso de las luminarias: 5400 lm
Potencia de las luminarias: 69.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 59 92 99 100 68
Lámpara: 4 x TL-D18W/840 (Factor de
corrección 1.000).

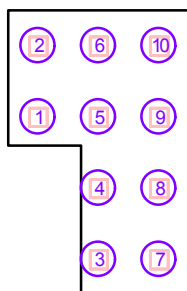


Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Oficinas Planta 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

Philips TBS160 4xTL-D18W HFP C3

5400 lm, 69.5 W, 1 x 4 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.038	6.088	2.580	0.0	0.0	0.0
2	1.038	8.522	2.580	0.0	0.0	0.0
3	3.115	1.218	2.580	0.0	0.0	0.0
4	3.115	3.653	2.580	0.0	0.0	0.0
5	3.115	6.088	2.580	0.0	0.0	0.0
6	3.115	8.522	2.580	0.0	0.0	0.0
7	5.192	1.218	2.580	0.0	0.0	0.0
8	5.192	3.653	2.580	0.0	0.0	0.0
9	5.192	6.088	2.580	0.0	0.0	0.0
10	5.192	8.522	2.580	0.0	0.0	0.0

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Oficinas Planta 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 54000 lm
 Potencia total: 695.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	458	112	570	/	/
Suelo	374	119	493	30	47
Techo	0.00	140	140	70	31
Pared 1	137	127	264	50	42
Pared 2	132	130	261	50	42
Pared 3	140	121	261	50	42
Pared 4	124	120	244	50	39
Pared 5	158	123	281	50	45
Pared 6	181	129	310	50	49

Simetrías en el plano útil

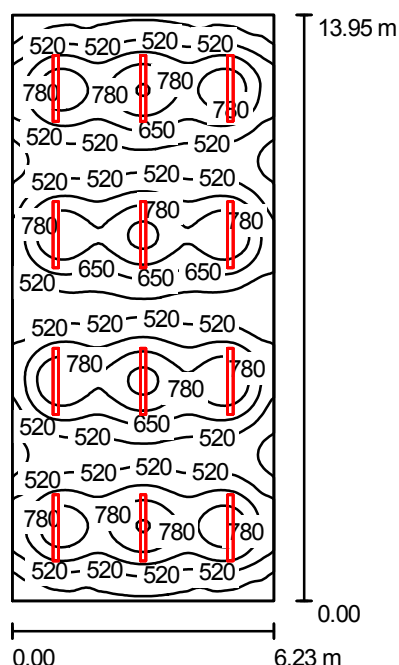
E_{\min} / E_{\max} : 0.467 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.343 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $14.52 \text{ W/m}^2 = 2.55 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 47.88 m^2)

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Oficina 2º Piso / Resumen



Altura del local: 2.200 m, Altura de montaje: 2.200 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:180

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	619	308	953	0.497
Suelo	30	538	331	664	0.615
Techo	70	255	156	564	0.610
Paredes (4)	50	432	248	758	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

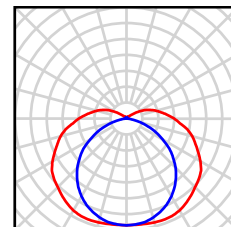
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	12	Philips TCW060 2xTL-D58W HF (1.000)	10400	110.0
Total:			124800	1320.0

Valor de eficiencia energética: $15.19 \text{ W/m}^2 = 2.45 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 86.91 m^2)

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Oficina 2º Piso / Lista de luminarias

12 Pieza Philips TCW060 2xTL-D58W HF
Nº de artículo:
Flujo luminoso de las luminarias: 10400 lm
Potencia de las luminarias: 110.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 88
Código CIE Flux: 37 67 87 88 59
Lámpara: 2 x TL-D58W/840 (Factor de corrección 1.000).

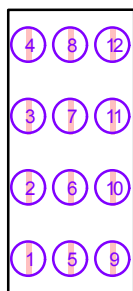


Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Oficina 2º Piso / Luminarias (lista de coordenadas)

Philips TCW060 2xTL-D58W HF

10400 lm, 110.0 W, 1 x 2 x TL-D58W/840 (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.038	1.744	2.200	0.0	0.0	0.0
2	1.038	5.231	2.200	0.0	0.0	0.0
3	1.038	8.719	2.200	0.0	0.0	0.0
4	1.038	12.206	2.200	0.0	0.0	0.0
5	3.115	1.744	2.200	0.0	0.0	0.0
6	3.115	5.231	2.200	0.0	0.0	0.0
7	3.115	8.719	2.200	0.0	0.0	0.0
8	3.115	12.206	2.200	0.0	0.0	0.0
9	5.192	1.744	2.200	0.0	0.0	0.0
10	5.192	5.231	2.200	0.0	0.0	0.0
11	5.192	8.719	2.200	0.0	0.0	0.0
12	5.192	12.206	2.200	0.0	0.0	0.0

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Oficina 2º Piso / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 124800 lm
 Potencia total: 1320.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	431	188	619	/	/
Suelo	346	192	538	30	51
Techo	70	185	255	70	57
Pared 1	160	176	336	50	53
Pared 2	297	178	475	50	76
Pared 3	160	176	337	50	54
Pared 4	297	177	474	50	75

Simetrías en el plano útil

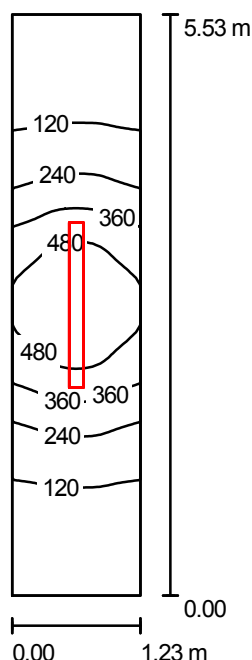
E_{\min} / E_{\max} : 0.497 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.323 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $15.19 \text{ W/m}^2 = 2.45 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 86.91 m^2)

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Limpieza 2º Piso / Resumen



Altura del local: 2.200 m, Altura de montaje: 2.200 m, Factor mantenimiento: 0.67

Valores en Lux, Escala 1:72

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	244	39	593	0.160
Suelo	30	151	58	260	0.383
Techo	70	105	19	408	0.177
Paredes (4)	30	152	24	887	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 16 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 24
Pared inferior 25
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

24

25

Tran

21

20

al eje de luminaria

Lista de piezas - Luminarias

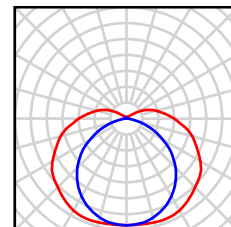
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	1	Philips TCW060 2xTL-D58W HF (1.000)	10400	110.0
Total:			10400	110.0

Valor de eficiencia energética: $16.17 \text{ W/m}^2 = 6.64 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 6.80 m^2)

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Limpieza 2º Piso / Lista de luminarias

1 Pieza Philips TCW060 2xTL-D58W HF
Nº de artículo:
Flujo luminoso de las luminarias: 10400 lm
Potencia de las luminarias: 110.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 88
Código CIE Flux: 37 67 87 88 59
Lámpara: 2 x TL-D58W/840 (Factor de corrección 1.000).

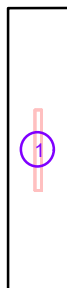


Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Limpieza 2º Piso / Luminarias (lista de coordenadas)

Philips TCW060 2xTL-D58W HF

10400 lm, 110.0 W, 1 x 2 x TL-D58W/840 (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.615	2.765	2.200	0.0	0.0	0.0

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Limpieza 2º Piso / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 10400 lm
 Potencia total: 110.0 W
 Factor mantenimiento: 0.67
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	181	62	244	/	/
Suelo	105	45	151	30	14
Techo	48	57	105	70	23
Pared 1	23	29	52	30	4.97
Pared 2	121	53	174	30	17
Pared 3	23	29	52	30	4.98
Pared 4	121	53	174	30	17

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.160 (1:6)

E_{\min} / E_{\max} : 0.066 (1:15)

UGR

Pared izq

Pared inferior

(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

24

25

Tran

21

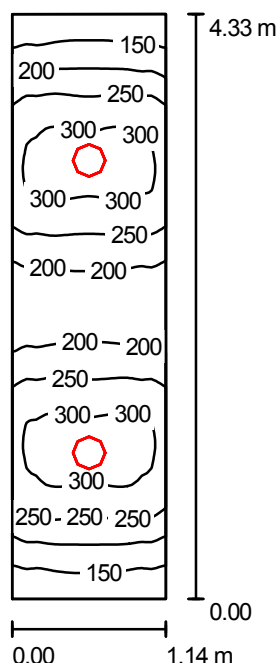
20

al eje de luminaria

Valor de eficiencia energética: $16.17 \text{ W/m}^2 = 6.64 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 6.80 m^2)

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo Mujeres 2º Piso / Resumen



Altura del local: 2.200 m, Altura de montaje: 2.322 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:56

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	237	114	322	0.483
Suelo	30	149	109	170	0.731
Techo	70	49	32	60	0.651
Paredes (4)	50	105	33	335	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 20
Pared inferior 20
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

20
20

Tran

18
18

al eje de luminaria

Lista de piezas - Luminarias

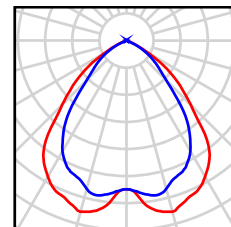
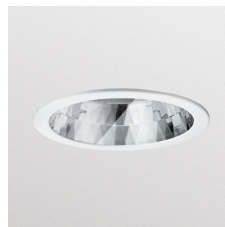
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	2	Philips FBS120 2xPL-C/4P18W HF PG (1.000)	2400	38.0
Total:			4800	76.0

Valor de eficiencia energética: $15.40 \text{ W/m}^2 = 6.51 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 4.94 m^2)

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo Mujeres 2º Piso / Lista de luminarias

2 Pieza Philips FBS120 2xPL-C/4P18W HF PG
Nº de artículo:
Flujo luminoso de las luminarias: 2400 lm
Potencia de las luminarias: 38.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 96 100 100 48
Lámpara: 2 x PL-C/4P18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo Mujeres 2º Piso / Luminarias (lista de coordenadas)

Philips FBS120 2xPL-C/4P18W HF PG

2400 lm, 38.0 W, 1 x 2 x PL-C/4P18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.570	1.082	2.322	0.0	0.0	0.0
2	0.570	3.247	2.322	0.0	0.0	0.0

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Aseo Mujeres 2º Piso / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 4800 lm
 Potencia total: 76.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	182	54	237	/	/
Suelo	101	47	149	30	14
Techo	0.00	49	49	70	11
Pared 1	33	46	79	50	13
Pared 2	62	49	111	50	18
Pared 3	33	46	79	50	13
Pared 4	62	50	112	50	18

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.483 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.355 (1:3)

UGR

Pared izq

Pared inferior

(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

20

20

Tran

18

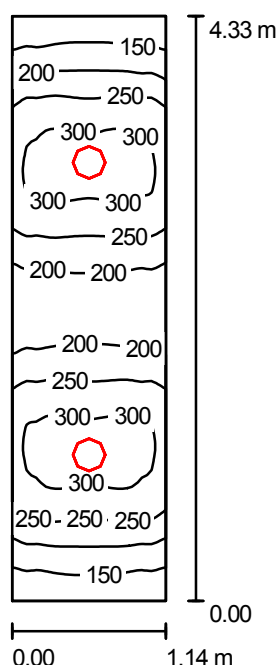
18

al eje de luminaria

Valor de eficiencia energética: $15.40 \text{ W/m}^2 = 6.51 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 4.94 m^2)

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo Hombres 2º Piso / Resumen



Altura del local: 2.200 m, Altura de montaje: 2.322 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:56

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	237	114	322	0.483
Suelo	30	149	109	170	0.731
Techo	70	49	32	60	0.651
Paredes (4)	50	105	33	335	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 20
Pared inferior 20
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

20
20

Tran

18
18

al eje de luminaria

Lista de piezas - Luminarias

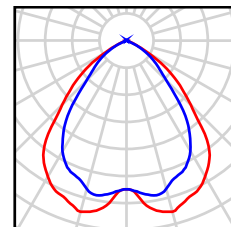
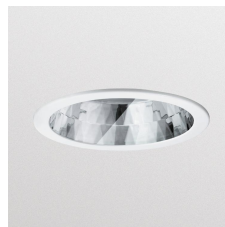
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	2	Philips FBS120 2xPL-C/4P18W HF PG (1.000)	2400	38.0
Total:			4800	76.0

Valor de eficiencia energética: $15.40 \text{ W/m}^2 = 6.51 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 4.94 m^2)

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo Hombres 2º Piso / Lista de luminarias

2 Pieza Philips FBS120 2xPL-C/4P18W HF PG
Nº de artículo:
Flujo luminoso de las luminarias: 2400 lm
Potencia de las luminarias: 38.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 96 100 100 48
Lámpara: 2 x PL-C/4P18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Aseo Hombres 2º Piso / Luminarias (lista de coordenadas)

Philips FBS120 2xPL-C/4P18W HF PG

2400 lm, 38.0 W, 1 x 2 x PL-C/4P18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.570	1.082	2.322	0.0	0.0	0.0
2	0.570	3.247	2.322	0.0	0.0	0.0

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Aseo Hombres 2º Piso / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 4800 lm
 Potencia total: 76.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	182	54	237	/	/
Suelo	101	47	149	30	14
Techo	0.00	49	49	70	11
Pared 1	33	46	79	50	13
Pared 2	62	49	111	50	18
Pared 3	33	46	79	50	13
Pared 4	62	50	112	50	18

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.483 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.355 (1:3)

UGR

Pared izq

Pared inferior

(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

20

20

Tran

18

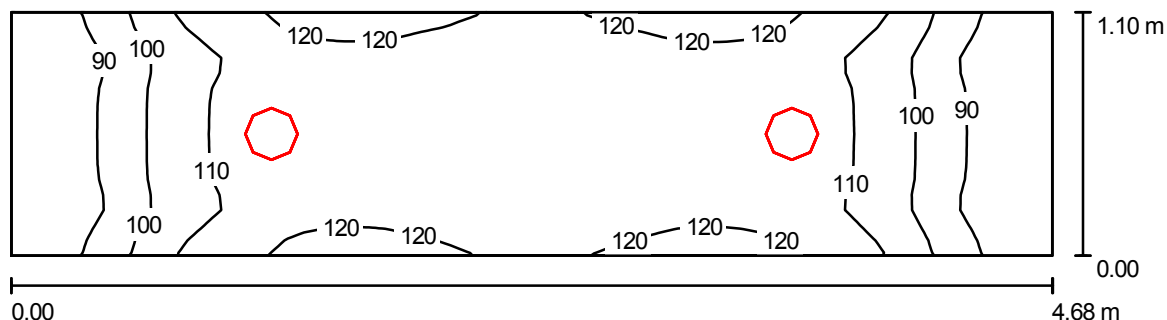
18

al eje de luminaria

Valor de eficiencia energética: $15.40 \text{ W/m}^2 = 6.51 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 4.94 m^2)

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo 2º Piso / Resumen



Altura del local: 2.200 m, Altura de montaje: 2.300 m, Factor mantenimiento: 0.67

Valores en Lux, Escala 1:34

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	108	78	123	0.725
Suelo	30	108	79	126	0.729
Techo	70	49	30	65	0.617
Paredes (4)	50	97	35	346	/

Plano útil:

Altura: 0.000 m
Trama: 64 x 16 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

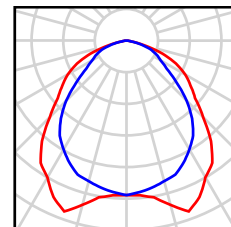
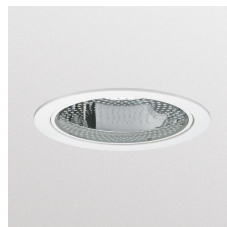
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	2	Philips FBH024 2xPL-C/4P18W HF RG (1.000)	2400	38.0
Total:			4800	76.0

Valor de eficiencia energética: $14.76 \text{ W/m}^2 = 13.64 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 5.15 m^2)

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo 2º Piso / Lista de luminarias

2 Pieza Philips FBH024 2xPL-C/4P18W HF RG
Nº de artículo:
Flujo luminoso de las luminarias: 2400 lm
Potencia de las luminarias: 38.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 54 85 98 100 53
Lámpara: 2 x PL-C/4P18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Pasillo 2º Piso / Luminarias (lista de coordenadas)

Philips FBH024 2xPL-C/4P18W HF RG

2400 lm, 38.0 W, 1 x 2 x PL-C/4P18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.170	0.550	2.300	0.0	0.0	90.0
2	3.510	0.550	2.300	0.0	0.0	90.0

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Pasillo 2º Piso / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 4800 lm
 Potencia total: 76.0 W
 Factor mantenimiento: 0.67
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	68	40	108	/	/
Suelo	68	40	108	30	10
Techo	0.00	49	49	70	11
Pared 1	58	44	102	50	16
Pared 2	32	41	73	50	12
Pared 3	58	44	102	50	16
Pared 4	32	41	73	50	12

Simetrías en el plano útil

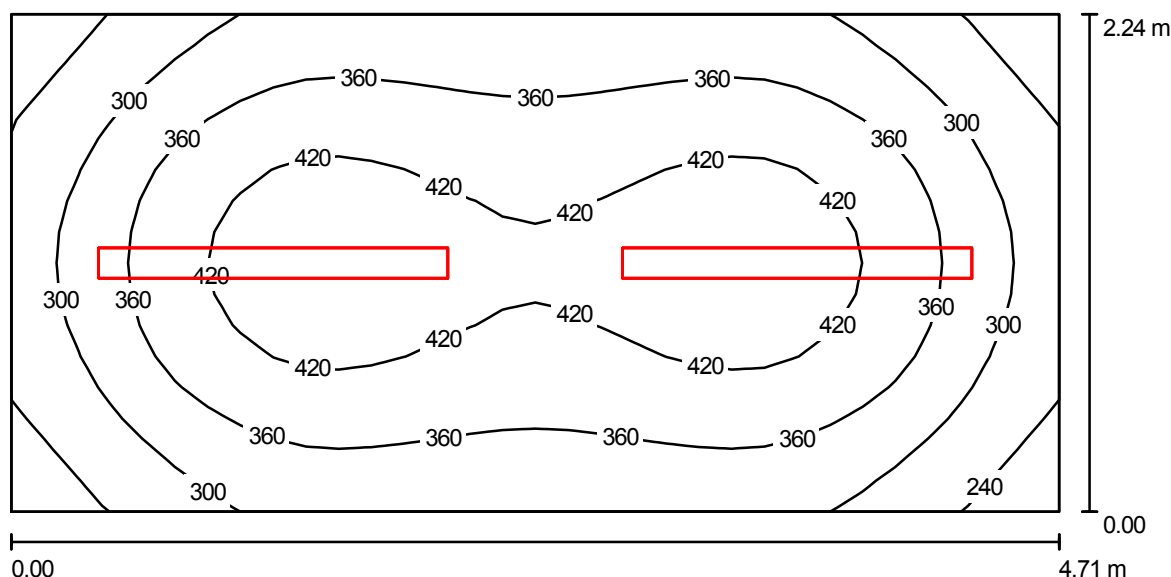
E_{\min} / E_{\max} : 0.725 (1:1)

E_{\min} / E_{\max} : 0.637 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $14.76 \text{ W/m}^2 = 13.64 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 5.15 m^2)

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Centro de Transformación / Resumen



Altura del local: 2.530 m, Altura de montaje: 2.530 m, Factor mantenimiento: 0.67

Valores en Lux, Escala 1:34

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	357	204	460	0.571
Suelo	30	240	175	285	0.729
Techo	70	152	77	378	0.508
Paredes (4)	30	241	118	433	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 16 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

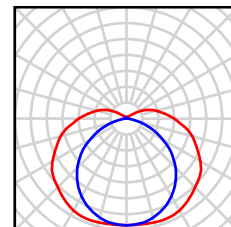
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	2	Philips TCW060 2xTL-D58W HF (1.000)	10400	110.0
Total:			20800	220.0

Valor de eficiencia energética: $20.85 \text{ W/m}^2 = 5.83 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 10.55 m^2)

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Centro de Transformación / Lista de luminarias

2 Pieza Philips TCW060 2xTL-D58W HF
N° de artículo:
Flujo luminoso de las luminarias: 10400 lm
Potencia de las luminarias: 110.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 88
Código CIE Flux: 37 67 87 88 59
Lámpara: 2 x TL-D58W/840 (Factor de corrección 1.000).

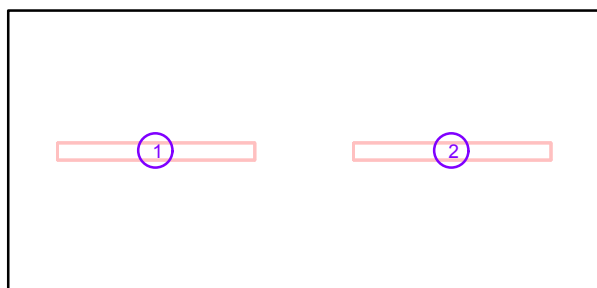


Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Centro de Transformación / Luminarias (lista de coordenadas)

Philips TCW060 2xTL-D58W HF

10400 lm, 110.0 W, 1 x 2 x TL-D58W/840 (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.178	1.120	2.530	0.0	0.0	90.0
2	3.532	1.120	2.530	0.0	0.0	90.0

Proyecto elaborado por Aritz Azparren Diaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Centro de Transformación / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 20800 lm
 Potencia total: 220.0 W
 Factor mantenimiento: 0.67
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	266	92	357	/	/
Suelo	165	75	240	30	23
Techo	73	79	152	70	34
Pared 1	179	79	258	30	25
Pared 2	126	78	204	30	19
Pared 3	179	79	258	30	25
Pared 4	126	78	204	30	20

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.571 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.444 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $20.85 \text{ W/m}^2 = 5.83 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 10.55 m^2)

Anexo: Cálculo de iluminación de emergencia con Daisa.

Proyectista: Aritz Azparren Diaz

Taller

Información adicional

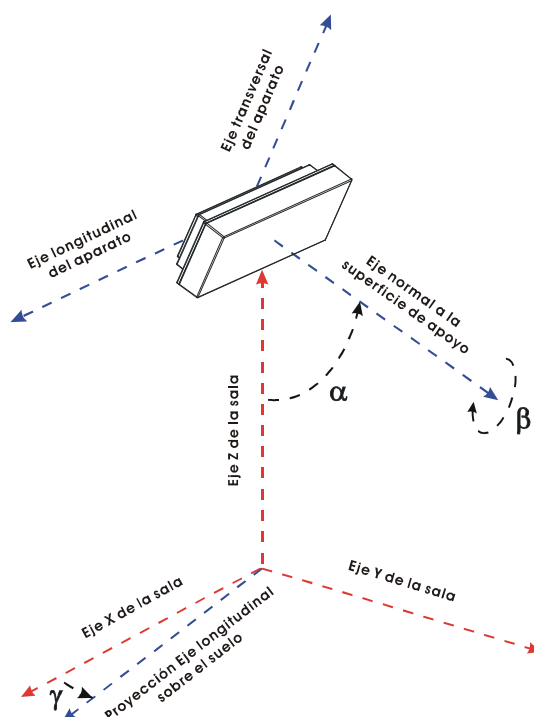
- Aclaración sobre los datos calculados
- Definición de ejes y ángulos

Aclaración sobre los datos calculados

Siguiendo las normativas referentes a la instalación de emergencia (entre ellas el Código Técnico de la Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos. De esta forma, el programa DAISA efectúa un cálculo de mínimos. Asegura que el nivel de iluminación recibido sobre el suelo es siempre, igual o superior al calculado.

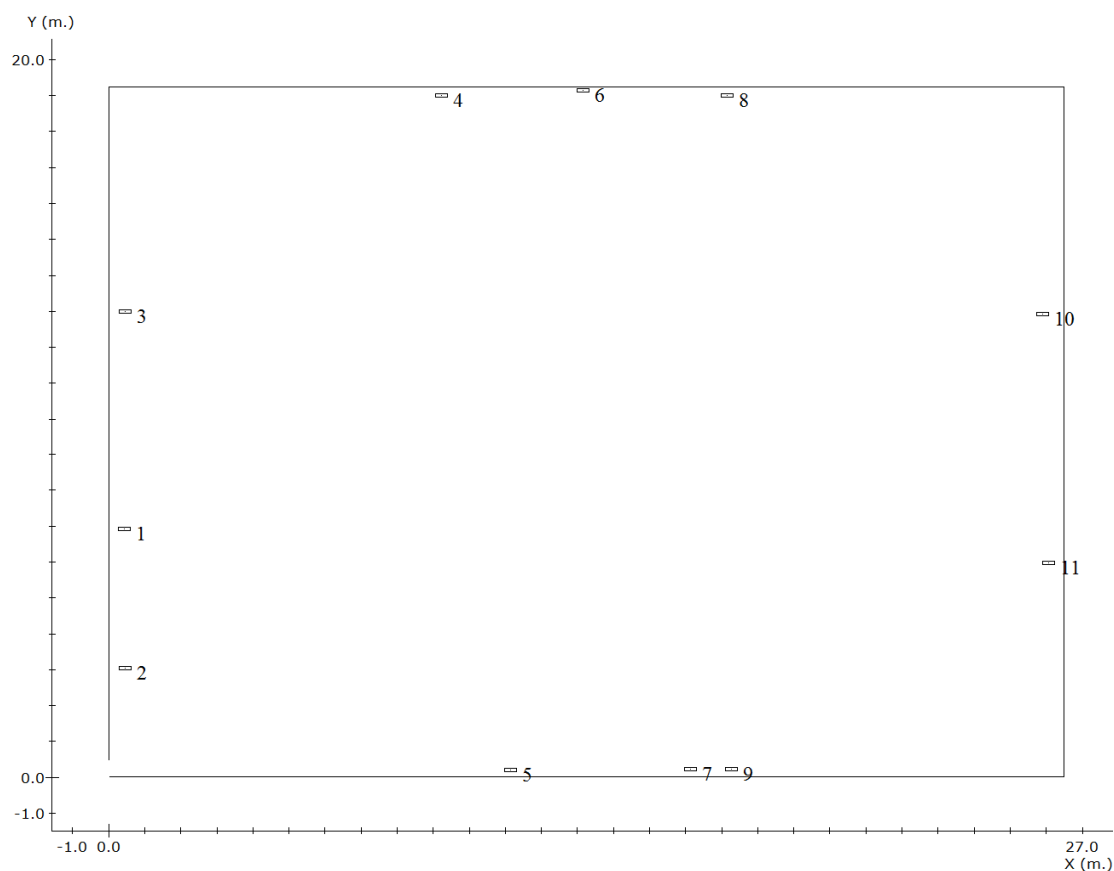
No es correcto utilizar este programa para efectuar informes con referencias que no estén introducidas en los catálogos Daisalux. En ningún caso se pueden extrapolar resultados a otras referencias de otros fabricantes por similitud en lúmenes declarados. Los mismos lúmenes emitidos por luminarias de distinto tipo pueden producir resultados de iluminación absolutamente distintos. La validez de los datos se basa de forma fundamental en los datos técnicos asociados a cada referencia: los lúmenes emitidos y la distribución de la emisión de cada tipo de aparato.

Definición de ejes y ángulos



- γ : Ángulo que forman la proyección del eje longitudinal del aparato sobre el plano del suelo y el eje X del plano (Positivo en sentido contrario a las agujas del reloj cuando miramos desde el techo). El valor 0 del ángulo es cuando el eje longitudinal de la luminaria es paralelo al eje X de la sala.
- α : Ángulo que forma el eje normal a la superficie de fijación del aparato con el eje Z de la sala. (Un valor 90 es colocación en pared y 0 colocación en techo).
- β : Autogiro del aparato sobre el eje normal a su superficie de amarre.

Plano de situación de Productos



Nota¹

Situación de las Luminarias

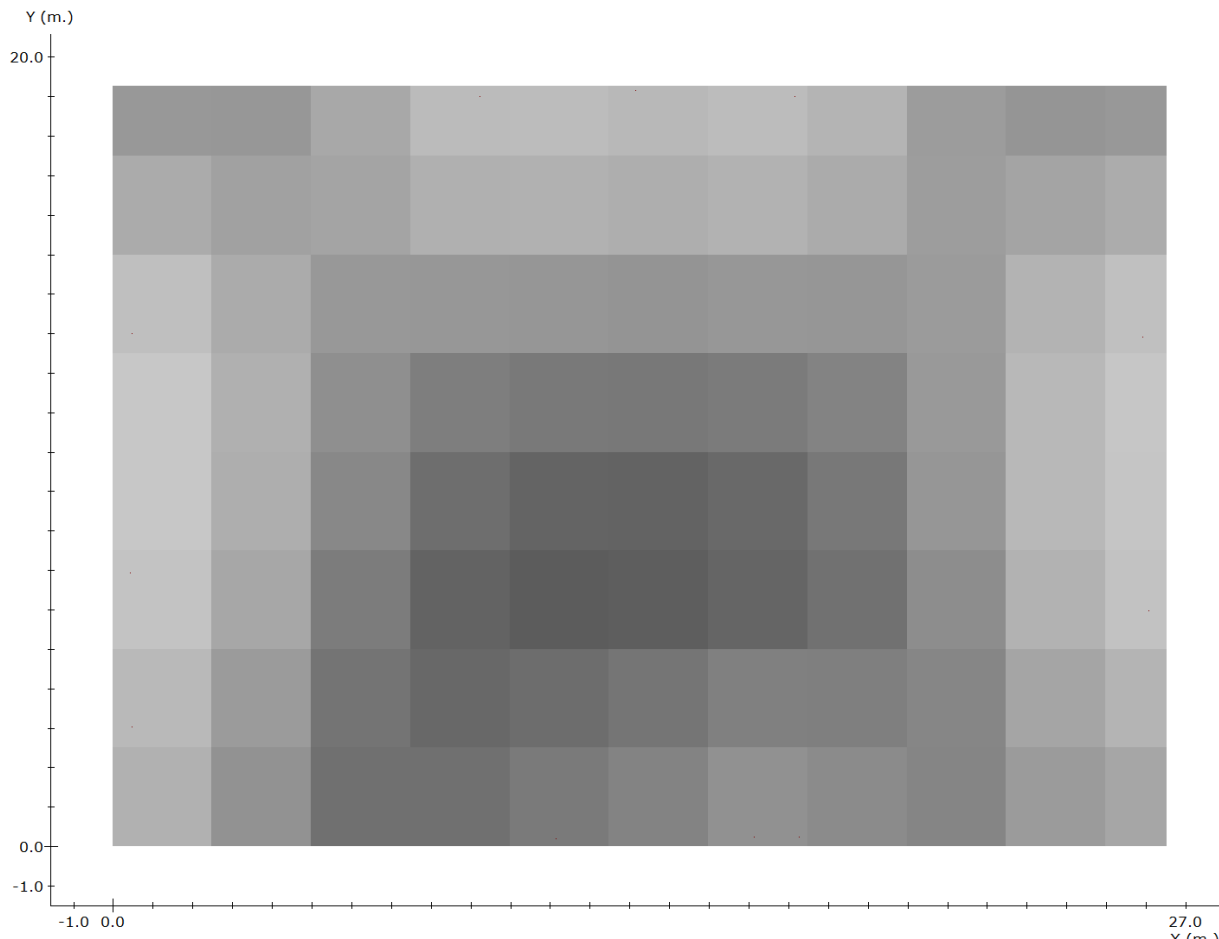
Nº	Referencia ²	Fabricante	Coordenadas					Rót.
			x	y (m.)	h	γ	α (°)	β
1	ESTANCA-40 N12	Daisalux	0.42	6.92	4.50	0	0	0
2	HYDRA N2	Daisalux	0.46	3.03	2.50	0	0	0
3	ESTANCA-40 N12	Daisalux	0.46	13.00	4.50	0	0	0
4	ESTANCA-40 N12	Daisalux	9.22	19.00	4.50	0	0	0
5	HYDRA N2	Daisalux	11.15	0.20	2.50	0	0	0

¹ DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

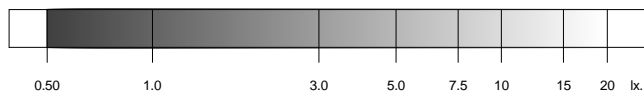
² Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

<u>Nº</u>	<u>Referencia</u> ²	<u>Fabricante</u>	<u>Coordenadas</u>					<u>Rót.</u>
			x	y (m.)	h	γ	α (°)	β
6	HYDRA N2	Daisalux	13.15	19.15	2.50	0	0	0
7	HYDRA N2	Daisalux	16.13	0.24	2.50	0	0	0
8	ESTANCA-40 N12	Daisalux	17.15	19.00	4.50	0	0	0
9	HYDRA N2	Daisalux	17.26	0.24	2.50	0	0	0
10	ESTANCA-40 N12	Daisalux	25.91	12.92	4.50	0	0	0
11	ESTANCA-40 N12	Daisalux	26.06	5.98	4.50	0	0	0

Gráfico de tramas del plano a 0.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 2.50 m.

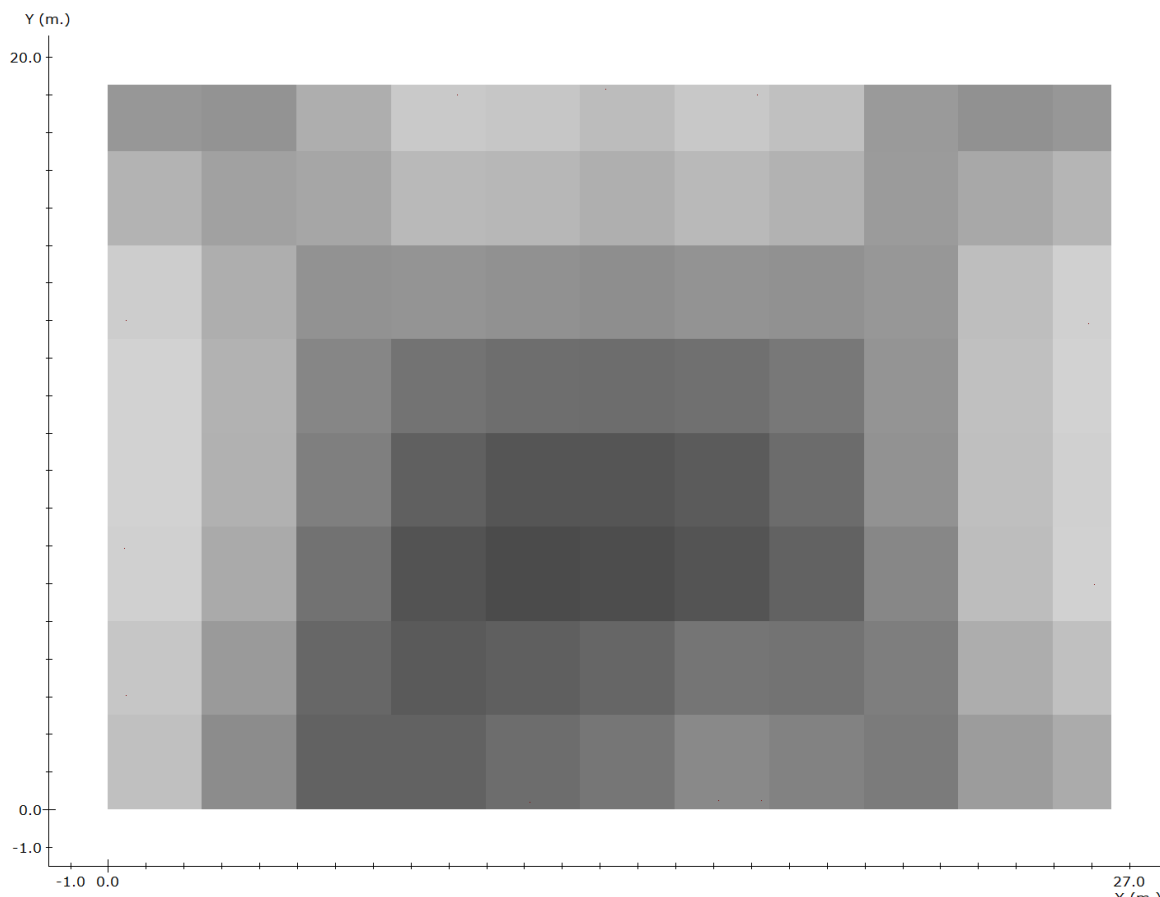
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	9.0 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	100.0 % de 481.2 m ²
Lúmenes / m ² :	----	9.3 lm/m ²
Iluminación media:	----	3.18 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

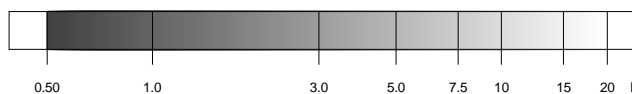
Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Gráfico de tramas del plano a 1.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 2.50 m.

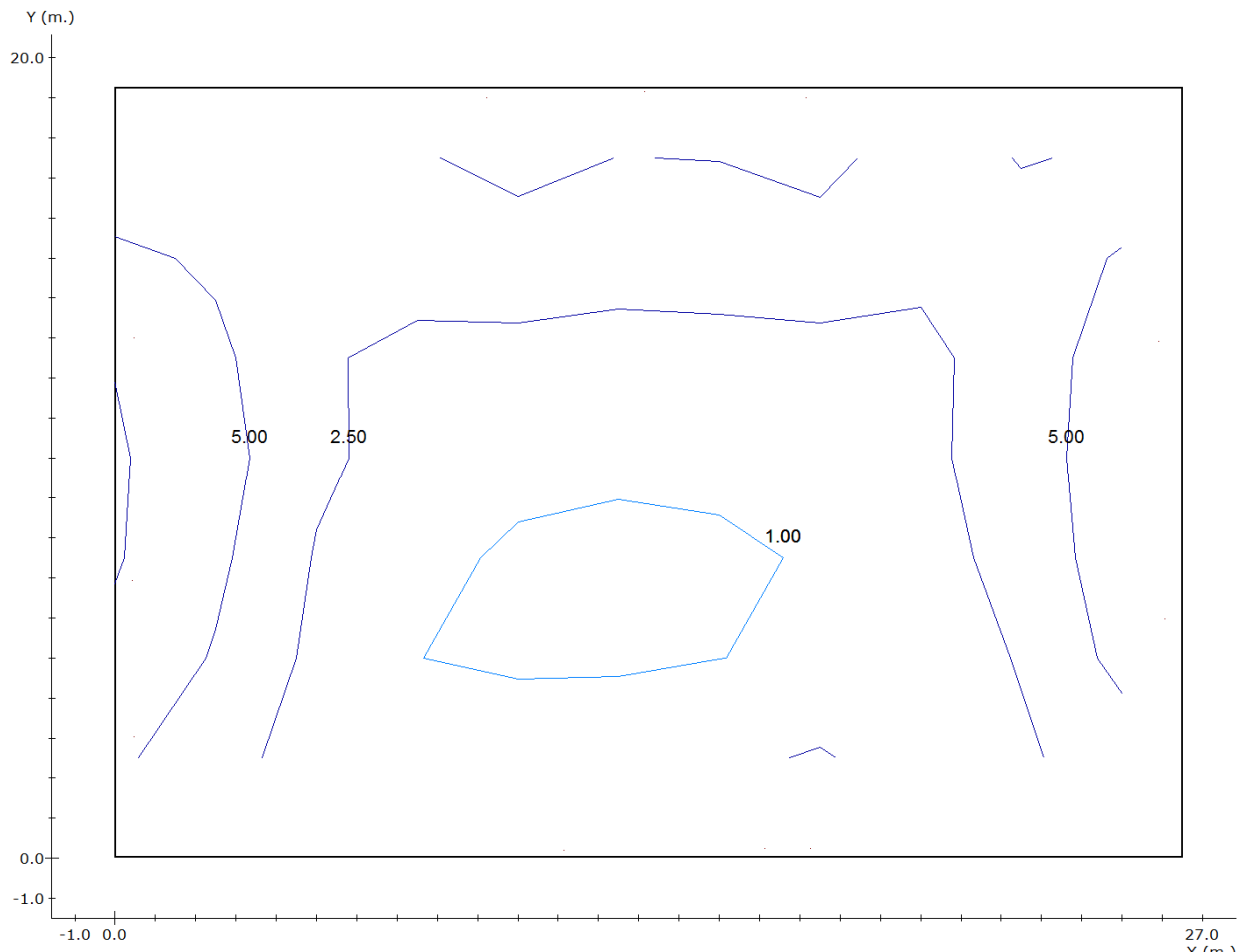
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	17.6 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	100.0 % de 481.2 m ²
Lúmenes / m ² :	----	9.3 lm/m ²
Iluminación media:	----	3.47 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Curvas isolux en el plano a 0.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

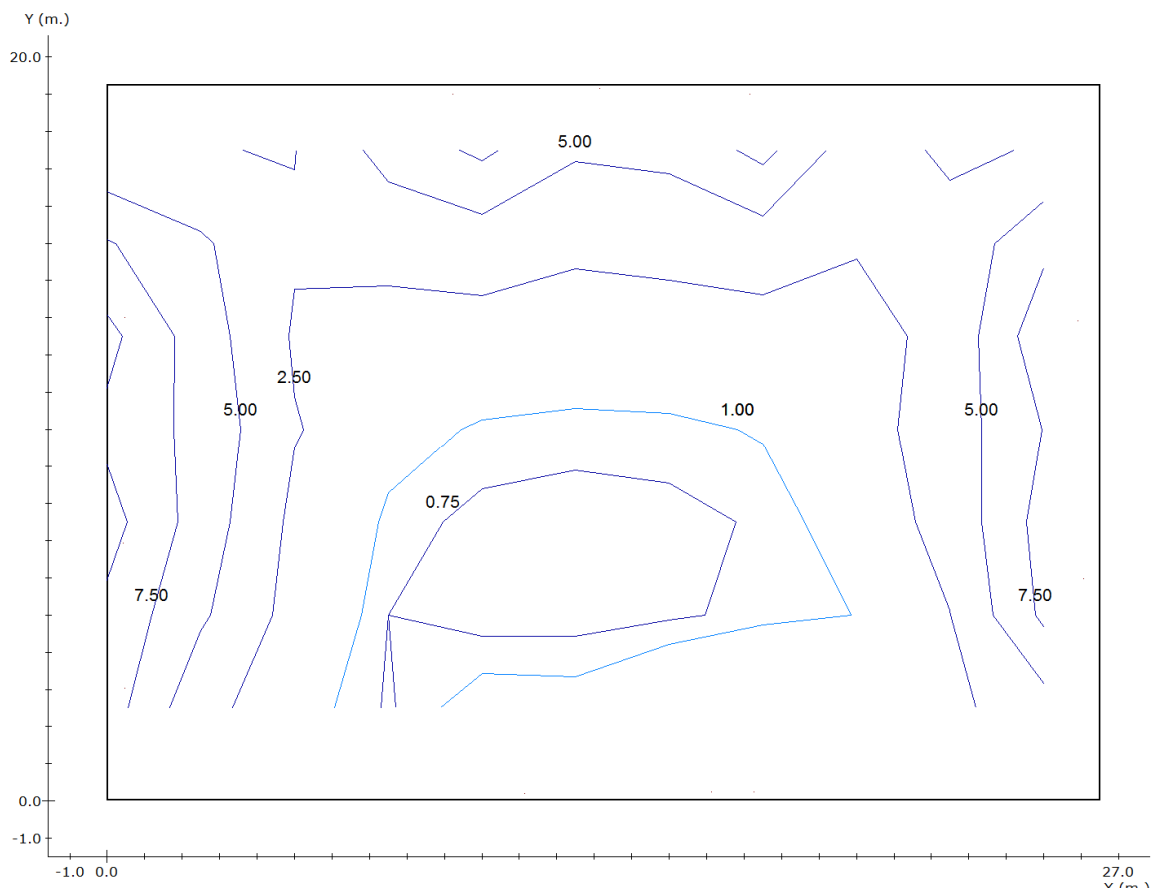
Resolución del Cálculo: 2.50 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Curvas isolux en el plano a 1.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 2.50 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

RESULTADO DEL ALUMBRADO ANTIPÁNICO EN EL VOLUMEN DE 0.00 m. a 1.00 m.

<u>Objetivos</u>		<u>Resultados</u>
Superficie cubierta: con 0.50 lx. o más		100.0 % de 481.2 m ²
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	17.6 mx/mn
Lúmenes / m ² :	----	9.3 lm/m ²

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Lista de productos usados en el plano

Nota³

Cantidad	Referencia ⁴	Fabricante	Precio (€)
5	HYDRA N2	Daisalux	217.40
6	ESTANCA-40 N12	Daisalux	737.10
Precio Total :			954.50

³ DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa
⁴ Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Anexo: Cálculo de iluminación de emergencia con Daisa.

Proyectista: Aritz Azparren Diaz

Aseo Planta Baja

Información adicional

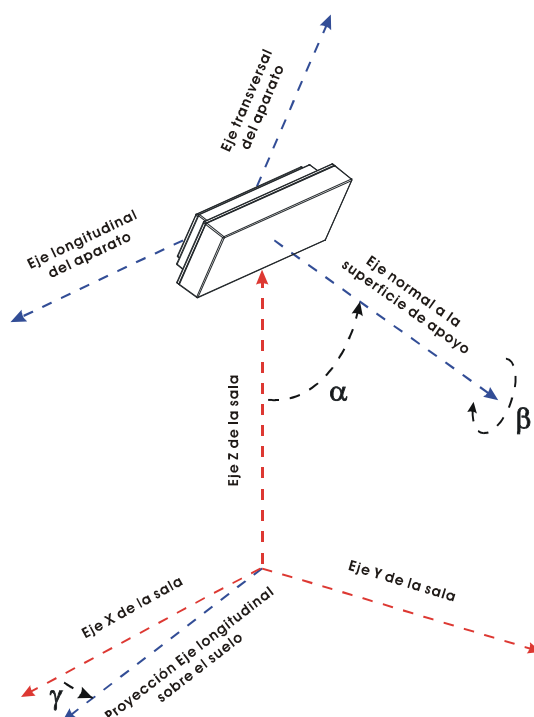
- Aclaración sobre los datos calculados
- Definición de ejes y ángulos

Aclaración sobre los datos calculados

Siguiendo las normativas referentes a la instalación de emergencia (entre ellas el Código Técnico de la Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos. De esta forma, el programa DAISA efectúa un cálculo de mínimos. Asegura que el nivel de iluminación recibido sobre el suelo es siempre, igual o superior al calculado.

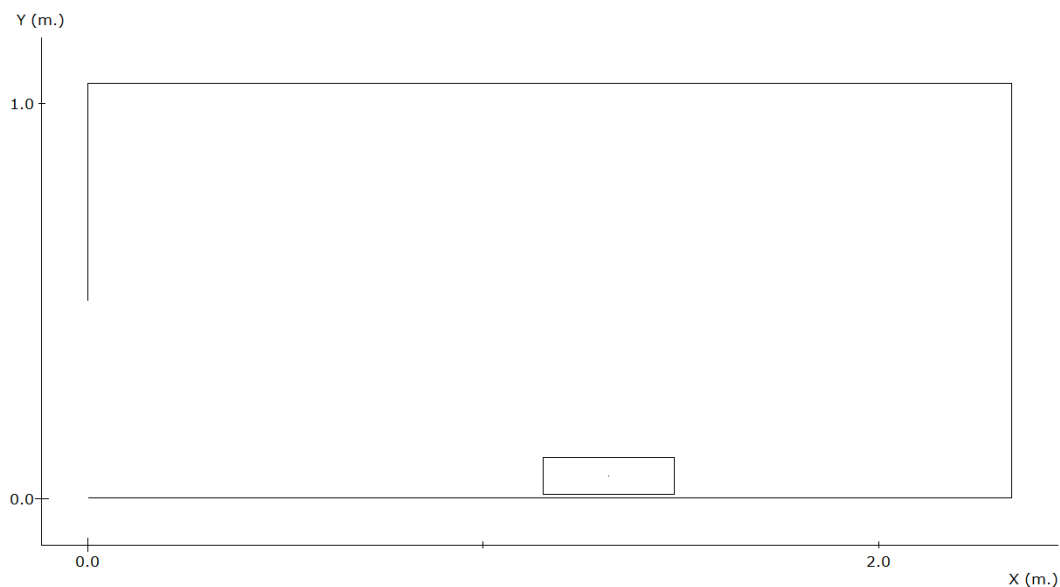
No es correcto utilizar este programa para efectuar informes con referencias que no estén introducidas en los catálogos Daisalux. En ningún caso se pueden extrapolar resultados a otras referencias de otros fabricantes por similitud en lúmenes declarados. Los mismos lúmenes emitidos por luminarias de distinto tipo pueden producir resultados de iluminación absolutamente distintos. La validez de los datos se basa de forma fundamental en los datos técnicos asociados a cada referencia: los lúmenes emitidos y la distribución de la emisión de cada tipo de aparato.

Definición de ejes y ángulos



- γ :** Ángulo que forman la proyección del eje longitudinal del aparato sobre el plano del suelo y el eje X del plano (Positivo en sentido contrario a las agujas del reloj cuando miramos desde el techo). El valor 0 del ángulo es cuando el eje longitudinal de la luminaria es paralelo al eje X de la sala.
- α :** Ángulo que forma el eje normal a la superficie de fijación del aparato con el eje Z de la sala. (Un valor 90 es colocación en pared y 0 colocación en techo).
- β :** Autogiro del aparato sobre el eje normal a su superficie de amarre.

Plano de situación de Productos



Nota¹

Situación de las Luminarias

Nº	<u>Referencia</u> ²	<u>Fabricante</u>	<u>Coordenadas</u>					<u>Rót.</u>
			x	y (m.)	h	γ	α (°)	β
1	NOVA N1	Daisalux	1.32	0.06	2.30	0	0	0

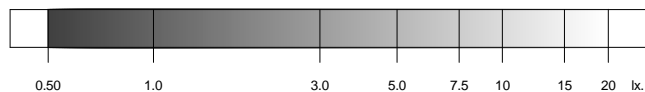
¹ DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

² Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Gráfico de tramas del plano a 0.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000
Resolución del Cálculo: 0.05 m.

	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	2.3 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	100.0 % de 2.5 m ²
Lúmenes / m ² :	----	28.4 lm/m ²
Iluminación media:	----	1.92 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

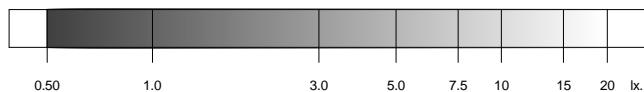
Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Gráfico de tramas del plano a 1.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	7.8 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	100.0 % de 2.5 m ²
Lúmenes / m ² :	----	28.4 lm/m ²
Iluminación media:	----	3.99 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Curvas isolux en el plano a 0.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

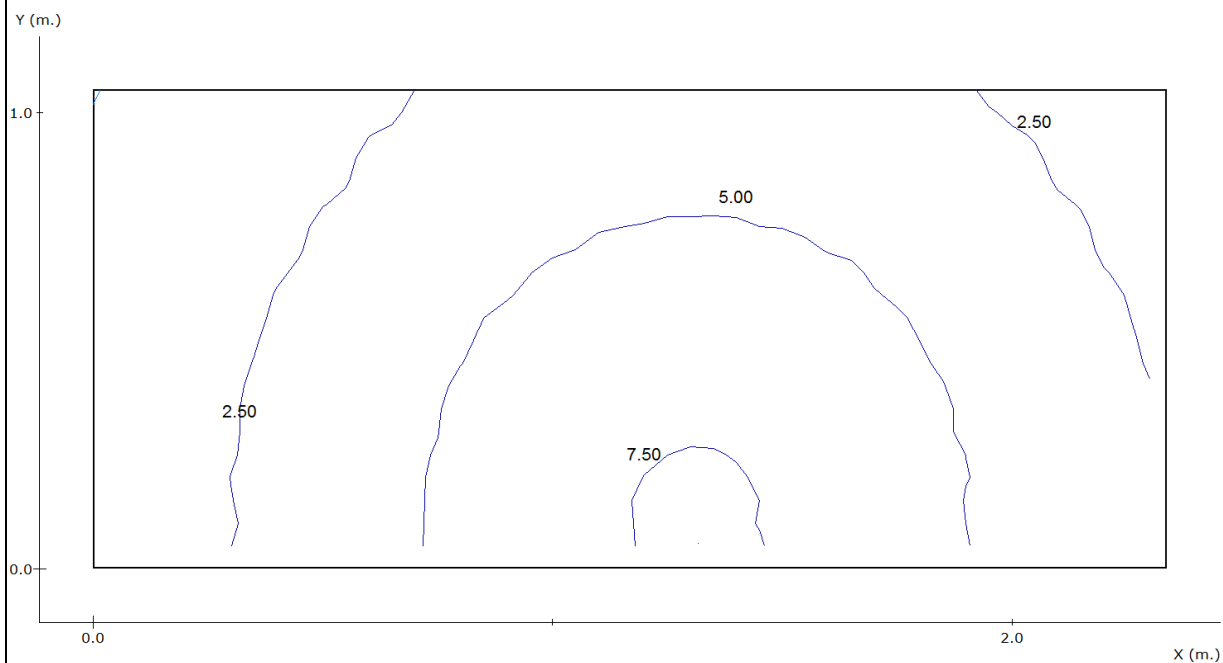
Resolución del Cálculo: 0.05 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Curvas isolux en el plano a 1.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

RESULTADO DEL ALUMBRADO ANTIPÁNICO EN EL VOLUMEN DE 0.00 m. a 1.00 m.

<u>Objetivos</u>		<u>Resultados</u>
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	100.0 % de 2.5 m ²
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	7.8 mx/mn
Lúmenes / m ² :	----	28.4 lm/m ²

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Lista de productos usados en el plano

Nota³

Cantidad	Referencia ⁴	Fabricante	Precio (€)
1	NOVA N1	Daisalux	34.79
Precio Total :			34.79

³ DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa
⁴ Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Anexo: Cálculo de iluminación de emergencia con Daisa.

Proyectista: Aritz Azparren Diaz

Vestíbulo

Información adicional

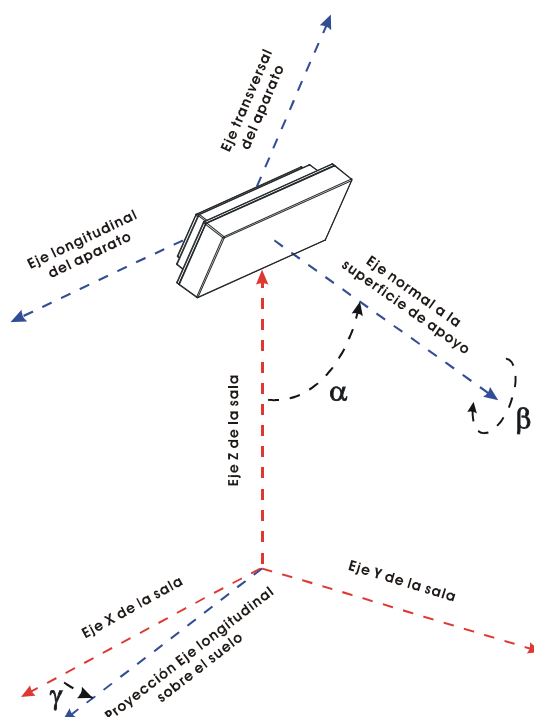
- Aclaración sobre los datos calculados
- Definición de ejes y ángulos

Aclaración sobre los datos calculados

Siguiendo las normativas referentes a la instalación de emergencia (entre ellas el Código Técnico de la Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos. De esta forma, el programa DAISA efectúa un cálculo de mínimos. Asegura que el nivel de iluminación recibido sobre el suelo es siempre, igual o superior al calculado.

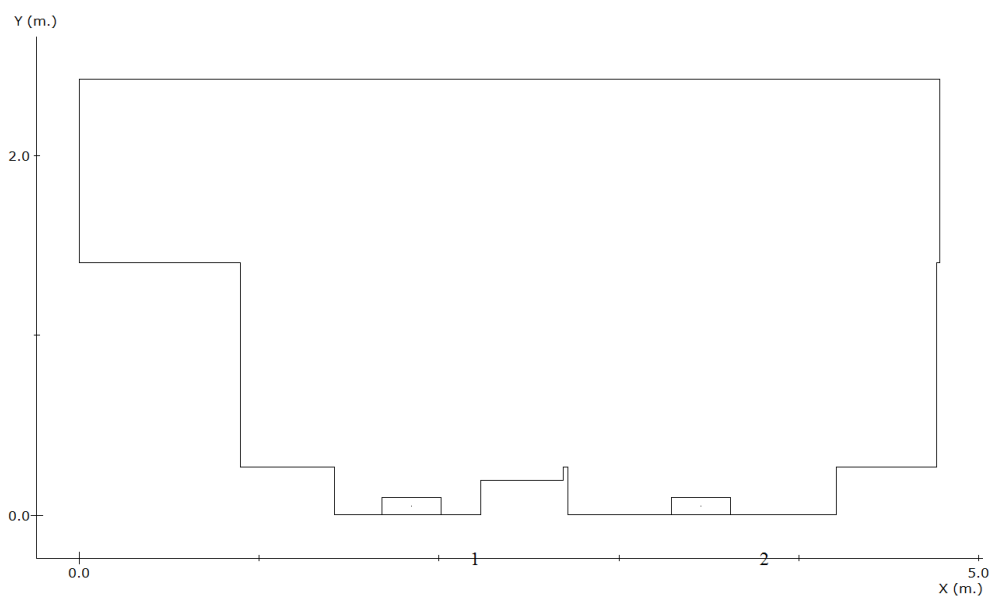
No es correcto utilizar este programa para efectuar informes con referencias que no estén introducidas en los catálogos Daisalux. En ningún caso se pueden extrapolar resultados a otras referencias de otros fabricantes por similitud en lúmenes declarados. Los mismos lúmenes emitidos por luminarias de distinto tipo pueden producir resultados de iluminación absolutamente distintos. La validez de los datos se basa de forma fundamental en los datos técnicos asociados a cada referencia: los lúmenes emitidos y la distribución de la emisión de cada tipo de aparato.

Definición de ejes y ángulos



- γ :** Ángulo que forman la proyección del eje longitudinal del aparato sobre el plano del suelo y el eje X del plano (Positivo en sentido contrario a las agujas del reloj cuando miramos desde el techo). El valor 0 del ángulo es cuando el eje longitudinal de la luminaria es paralelo al eje X de la sala.
- α :** Ángulo que forma el eje normal a la superficie de fijación del aparato con el eje Z de la sala. (Un valor 90 es colocación en pared y 0 colocación en techo).
- β :** Autogiro del aparato sobre el eje normal a su superficie de amarre.

Plano de situación de Productos



Nota¹

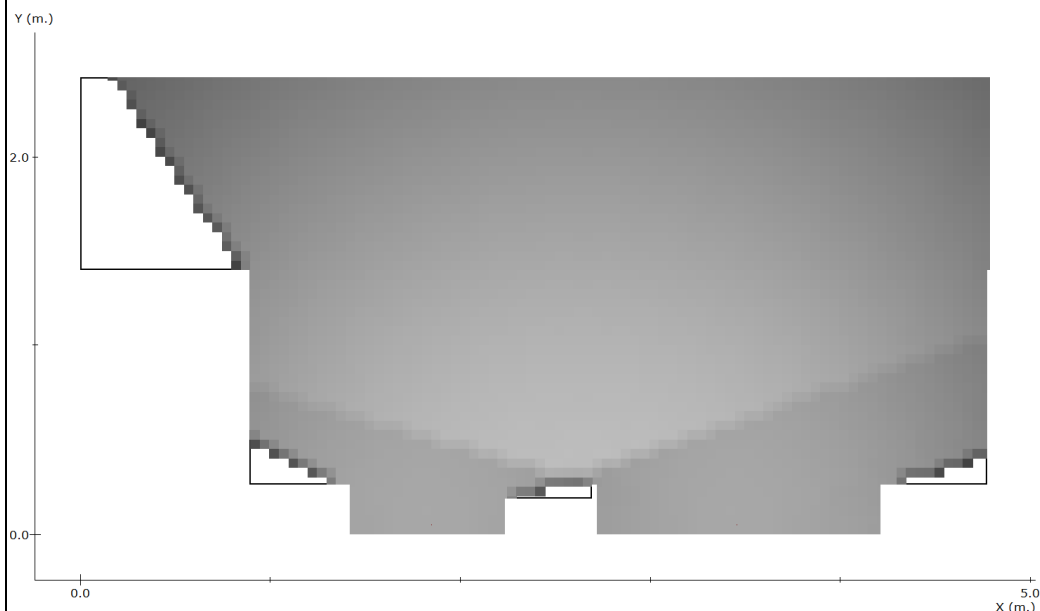
Situación de las Luminarias

Nº	<u>Referencia</u> ²	<u>Fabricante</u>	<u>Coordenadas</u>					<u>Rót.</u>
			x	y (m.)	h	γ	α (°)	β
1	HYDRA N2	Daisalux	1.85	0.05	2.30	0	0	0
2	HYDRA N2	Daisalux	3.46	0.05	2.30	0	0	0

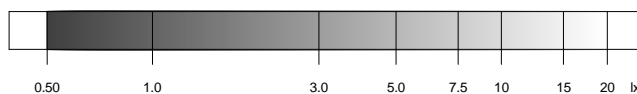
¹ DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

² Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Gráfico de tramas del plano a 0.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

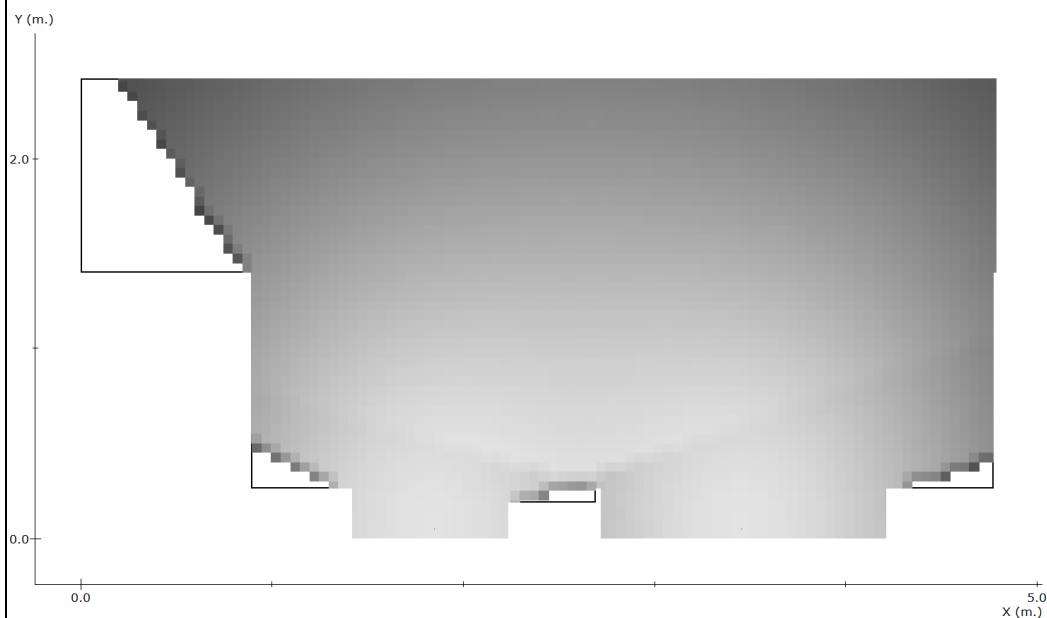
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	11.2 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	93.2 % de 9.9 m ²
Lúmenes / m ² :	----	19.2 lm/m ²
Iluminación media:	----	2.86 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

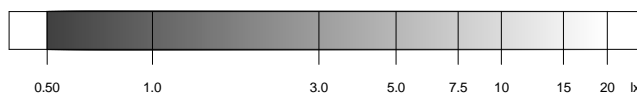
Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Gráfico de tramas del plano a 1.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

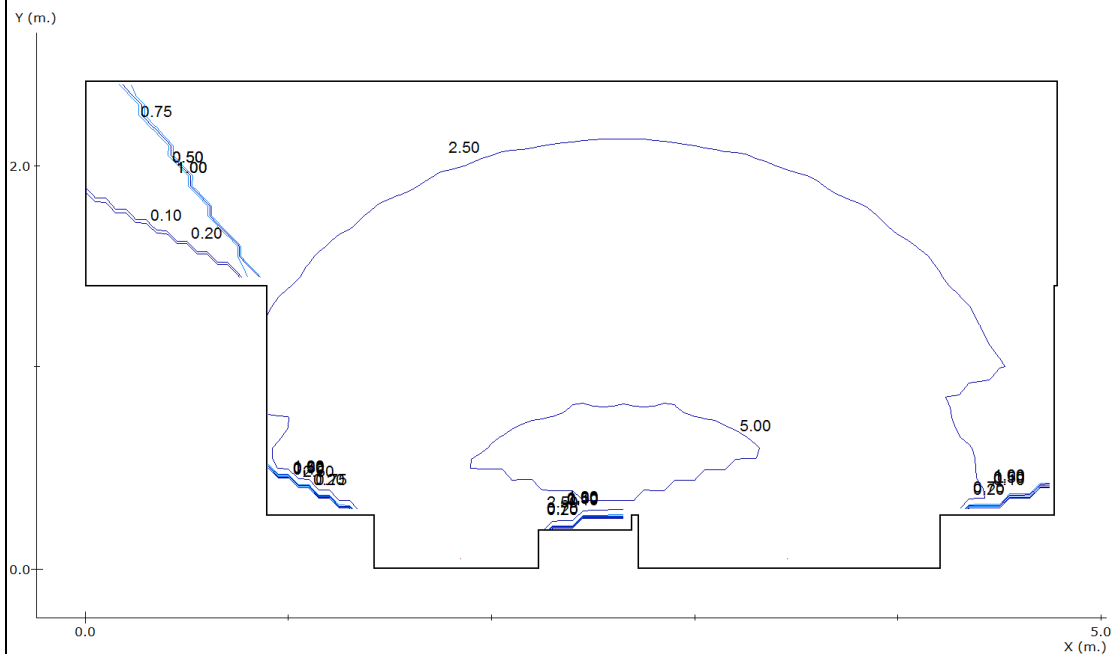
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	23.2 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	93.0 % de 9.9 m ²
Lúmenes / m ² :	----	19.2 lm/m ²
Iluminación media:	----	4.50 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Curvas isolux en el plano a 0.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

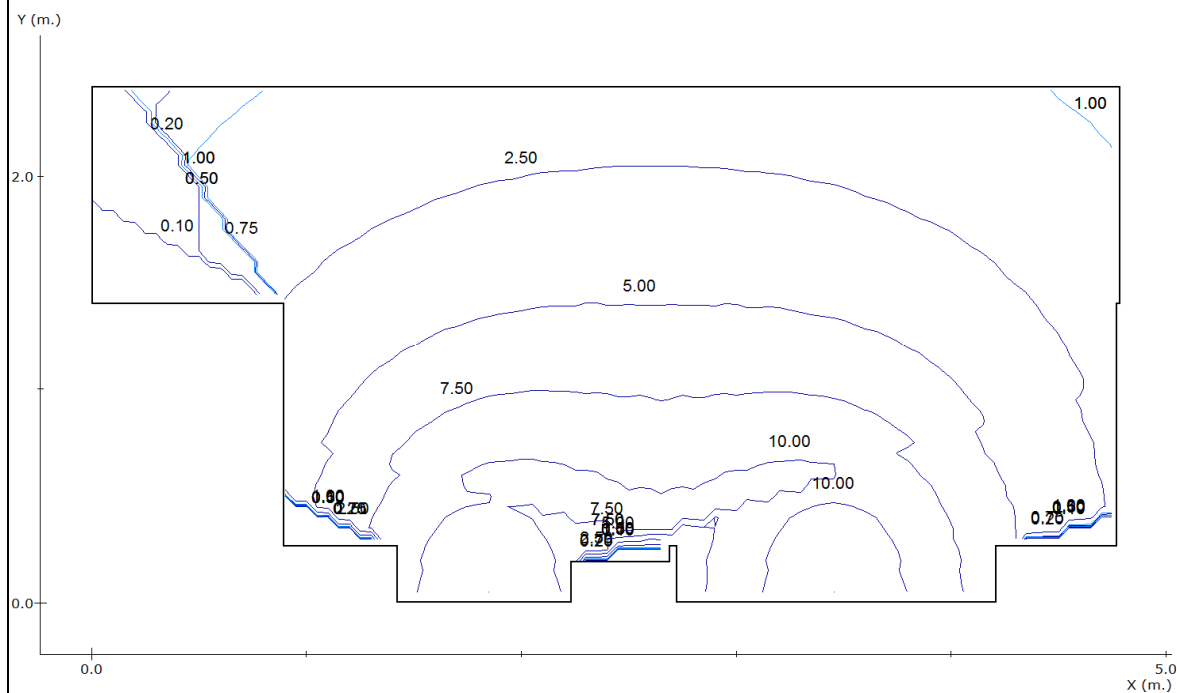
Resolución del Cálculo: 0.05 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Curvas isolux en el plano a 1.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

RESULTADO DEL ALUMBRADO ANTIPÁNICO EN EL VOLUMEN DE 0.00 m. a 1.00 m.

<u>Objetivos</u>		<u>Resultados</u>
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	93.0 % de 9.9 m ²
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	23.2 mx/mn
Lúmenes / m ² :	----	19.2 lm/m ²

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Lista de productos usados en el plano

Nota³

Cantidad	Referencia ⁴	Fabricante	Precio (€)
2	HYDRA N2	Daisalux	86.96
			<hr/>
Precio Total :			86.96

³ DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa
⁴ Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Anexo: Cálculo de iluminación de emergencia con Daisa.

Proyectista: Aritz Azparren Diaz

Oficina Planta Baja

Información adicional

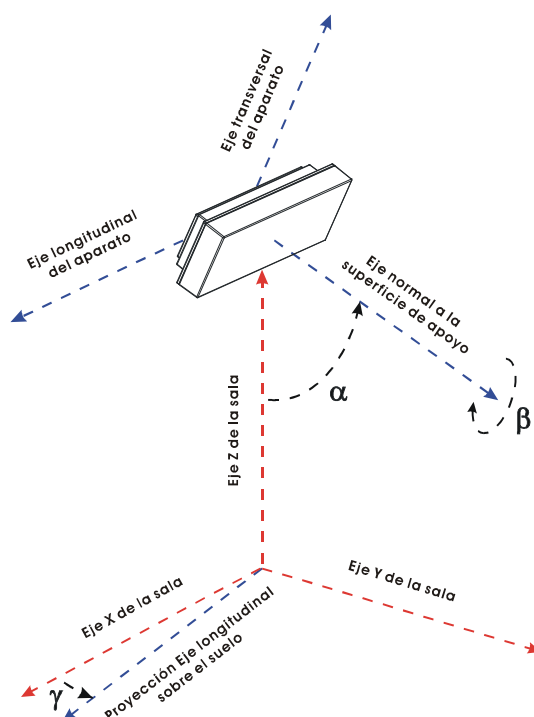
- Aclaración sobre los datos calculados
- Definición de ejes y ángulos

Aclaración sobre los datos calculados

Siguiendo las normativas referentes a la instalación de emergencia (entre ellas el Código Técnico de la Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos. De esta forma, el programa DAISA efectúa un cálculo de mínimos. Asegura que el nivel de iluminación recibido sobre el suelo es siempre, igual o superior al calculado.

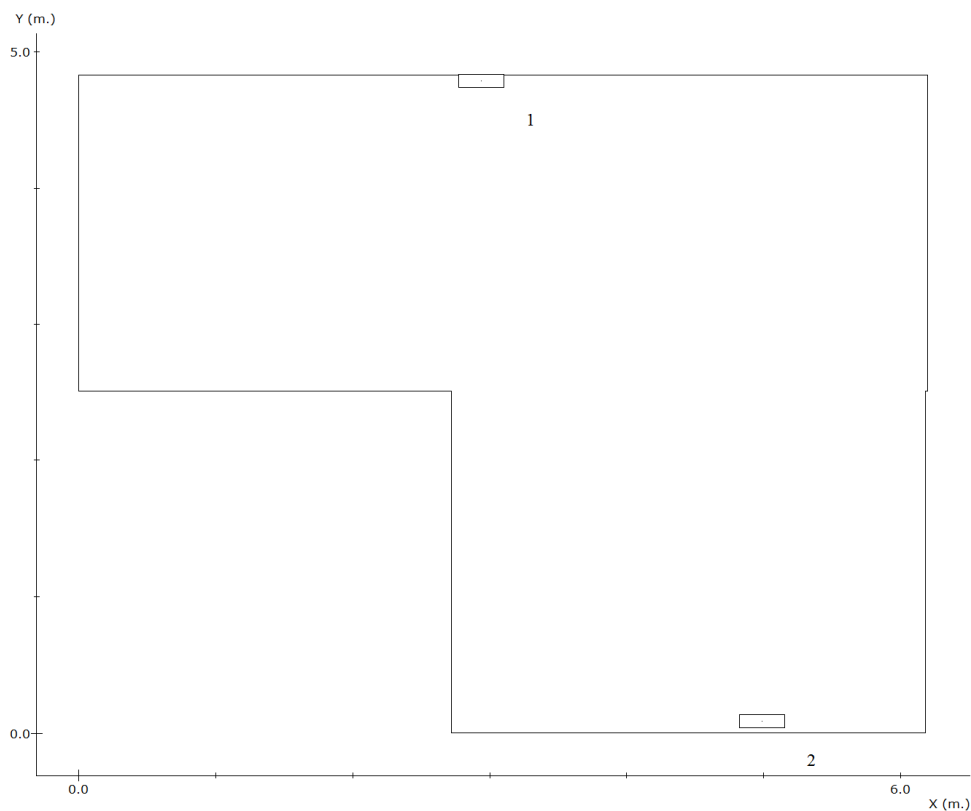
No es correcto utilizar este programa para efectuar informes con referencias que no estén introducidas en los catálogos Daisalux. En ningún caso se pueden extrapolar resultados a otras referencias de otros fabricantes por similitud en lúmenes declarados. Los mismos lúmenes emitidos por luminarias de distinto tipo pueden producir resultados de iluminación absolutamente distintos. La validez de los datos se basa de forma fundamental en los datos técnicos asociados a cada referencia: los lúmenes emitidos y la distribución de la emisión de cada tipo de aparato.

Definición de ejes y ángulos



- γ : Ángulo que forman la proyección del eje longitudinal del aparato sobre el plano del suelo y el eje X del plano (Positivo en sentido contrario a las agujas del reloj cuando miramos desde el techo). El valor 0 del ángulo es cuando el eje longitudinal de la luminaria es paralelo al eje X de la sala.
- α : Ángulo que forma el eje normal a la superficie de fijación del aparato con el eje Z de la sala. (Un valor 90 es colocación en pared y 0 colocación en techo).
- β : Autogiro del aparato sobre el eje normal a su superficie de amarre.

Plano de situación de Productos



Nota¹

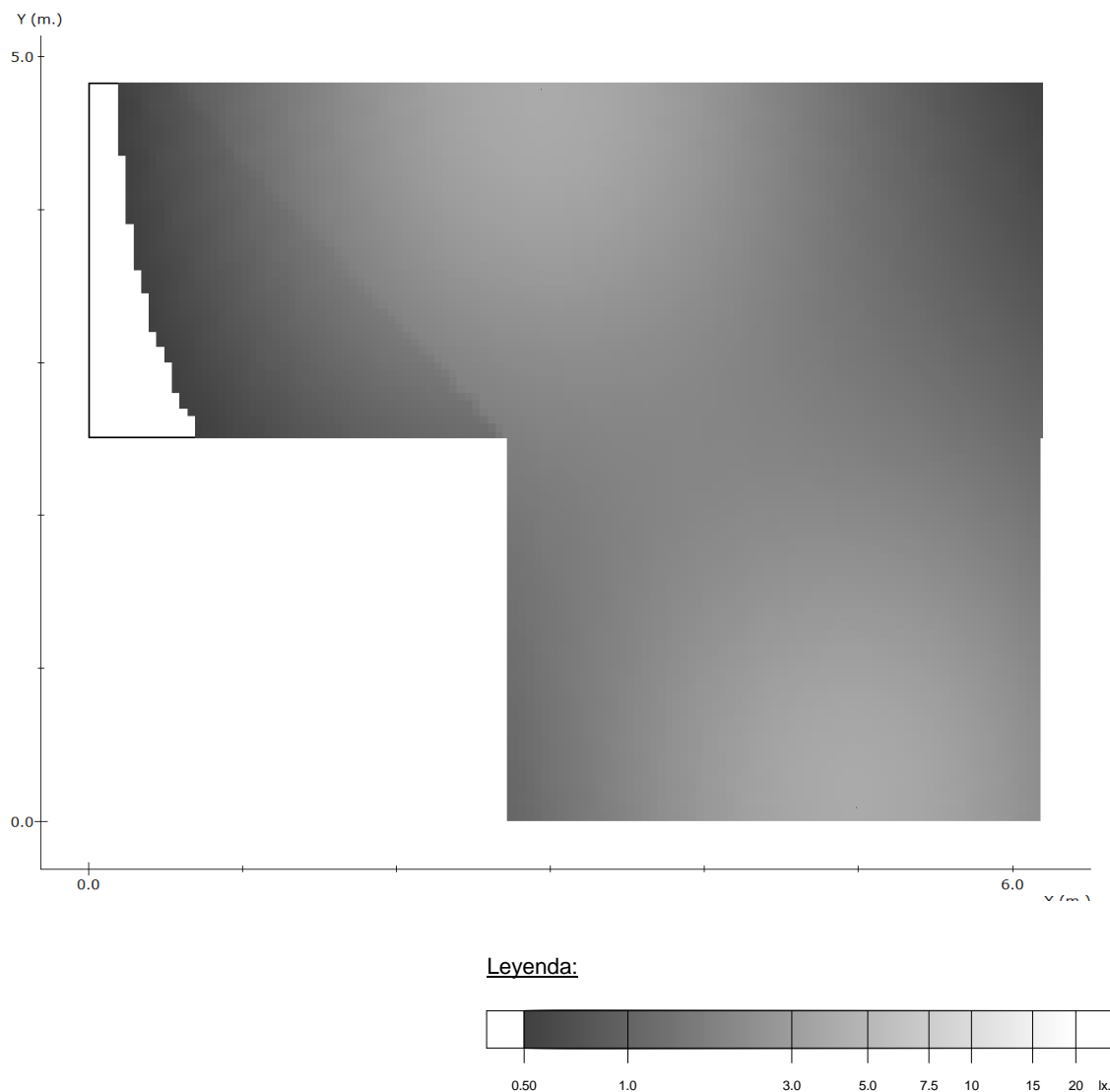
Situación de las Luminarias

Nº	Referencia ²	Fabricante	Coordenadas					Rót.
			x	y (m.)	h	γ	α (°)	β
1	HYDRA N2	Daisalux	2.94	4.78	2.30	0	0	0
2	HYDRA N2	Daisalux	4.99	0.09	2.30	0	0	0

¹ DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

² Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Gráfico de tramas del plano a 0.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000
Resolución del Cálculo: 0.05 m.

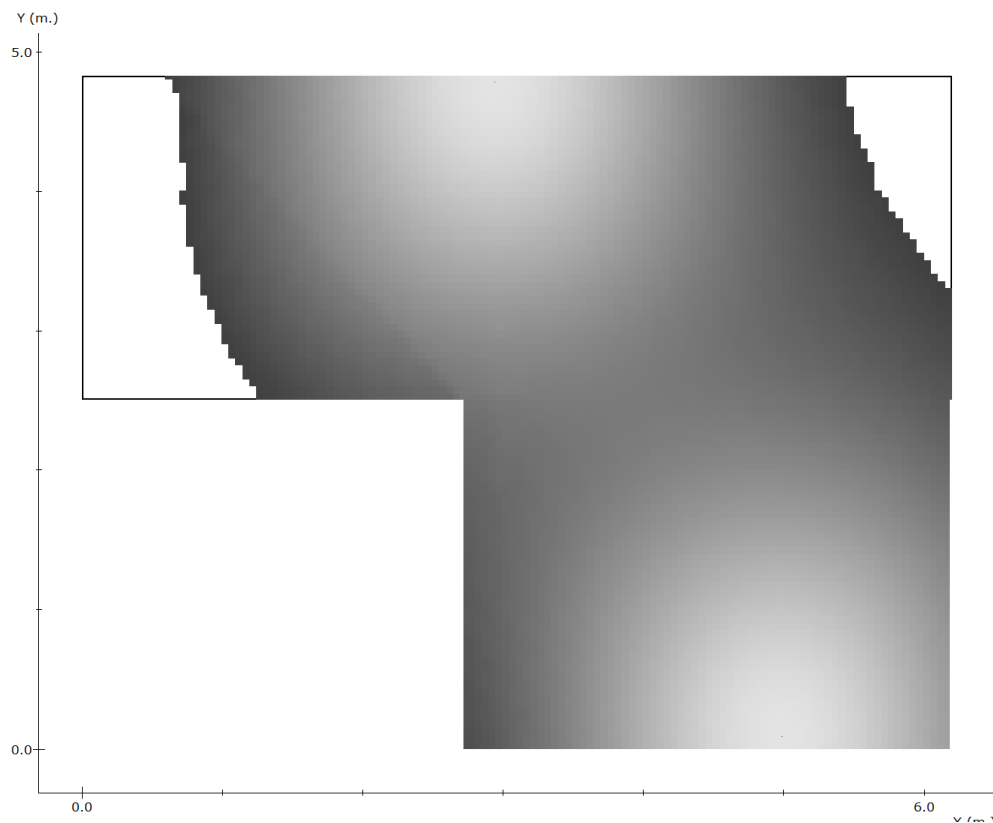
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	7.8 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	95.8 % de 22.9 m ²
Lúmenes / m ² :	----	8.3 lm/m ²
Iluminación media:	----	1.90 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

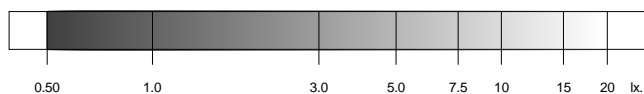
Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Gráfico de tramas del plano a 1.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

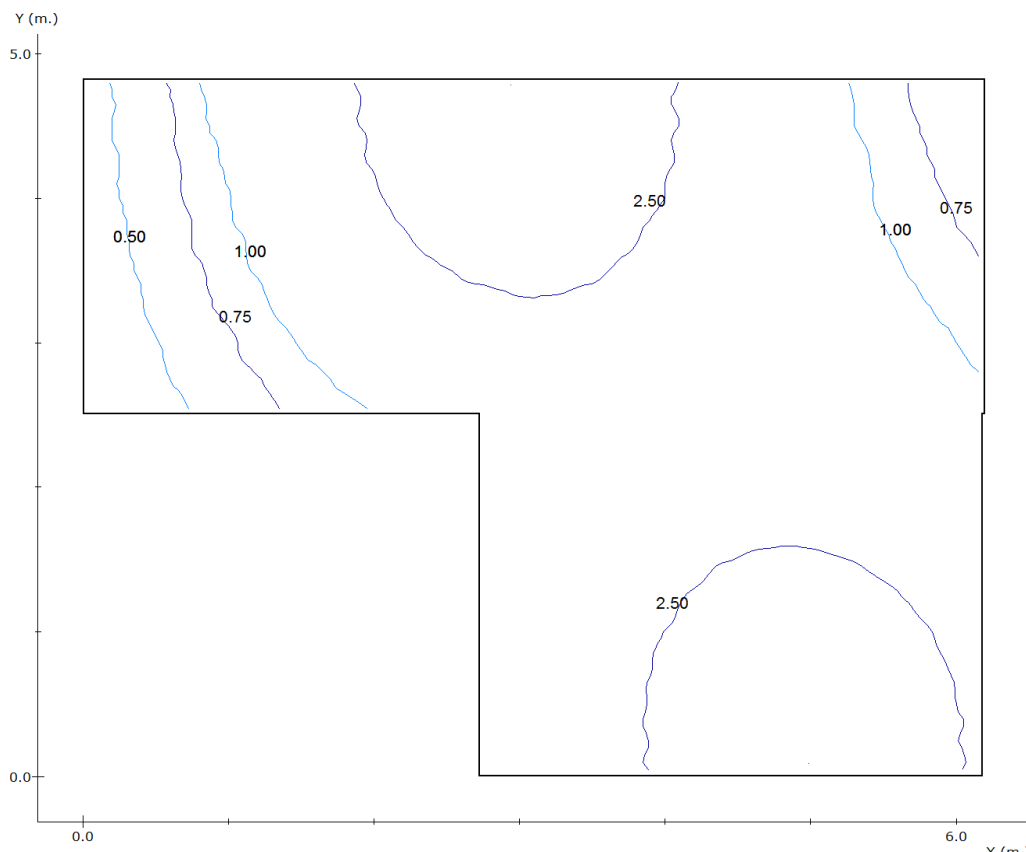
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	23.4 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	88.2 % de 22.9 m ²
Lúmenes / m ² :	----	8.3 lm/m ²
Iluminación media:	----	2.57 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Curvas isolux en el plano a 0.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

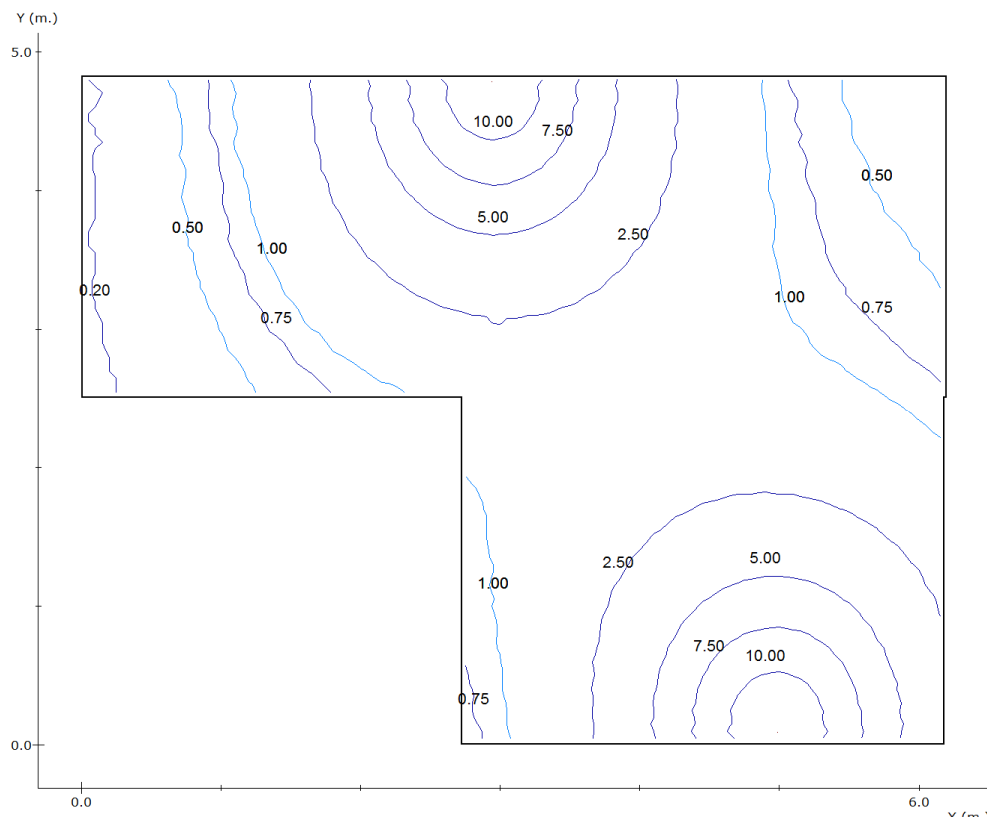
Resolución del Cálculo: 0.05 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Curvas isolux en el plano a 1.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

RESULTADO DEL ALUMBRADO ANTIPÁNICO EN EL VOLUMEN DE 0.00 m. a 1.00 m.

<u>Objetivos</u>		<u>Resultados</u>
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	88.2 % de 22.9 m ²
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	23.4 mx/mn
Lúmenes / m ² :	----	8.3 lm/m ²

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Lista de productos usados en el plano

Nota³

Cantidad	Referencia ⁴	Fabricante	Precio (€)
2	HYDRA N2	Daisalux	86.96
			<hr/>
Precio Total :			86.96

³ DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa
⁴ Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Anexo: Cálculo de iluminación de emergencia con Daisa.

Proyectista: Aritz Azparren Diaz

Vestuario Planta Baja

Información adicional

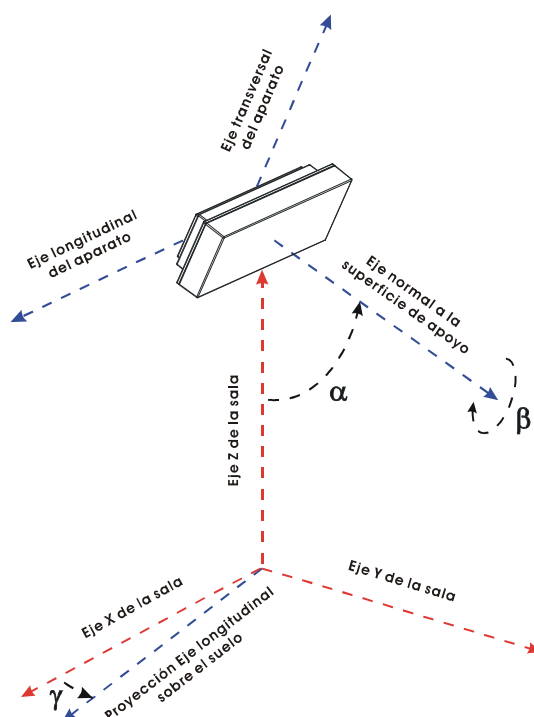
- Aclaración sobre los datos calculados
- Definición de ejes y ángulos

Aclaración sobre los datos calculados

Siguiendo las normativas referentes a la instalación de emergencia (entre ellas el Código Técnico de la Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos. De esta forma, el programa DAISA efectúa un cálculo de mínimos. Asegura que el nivel de iluminación recibido sobre el suelo es siempre, igual o superior al calculado.

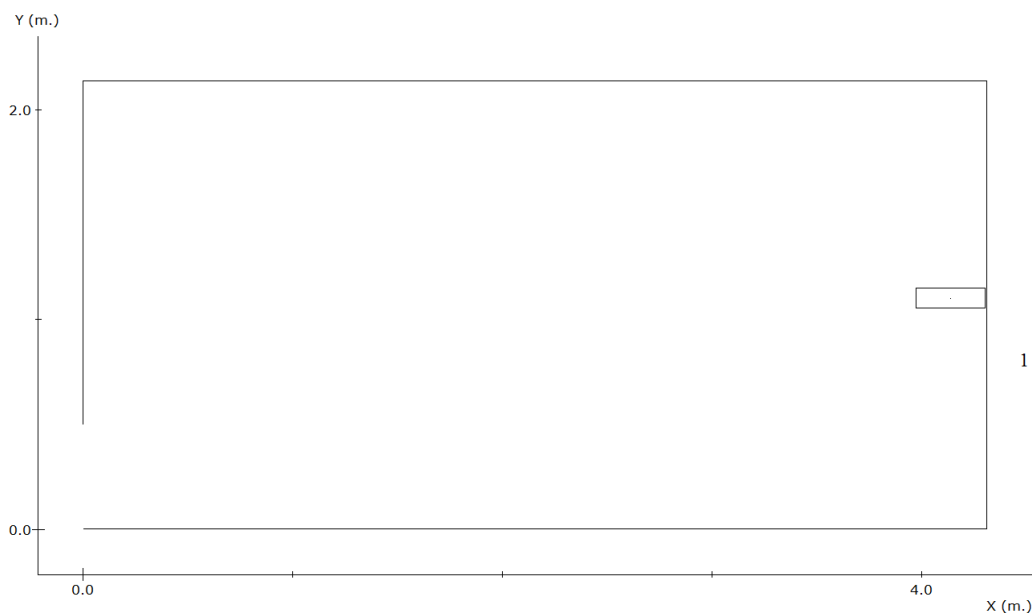
No es correcto utilizar este programa para efectuar informes con referencias que no estén introducidas en los catálogos Daisalux. En ningún caso se pueden extrapolar resultados a otras referencias de otros fabricantes por similitud en lúmenes declarados. Los mismos lúmenes emitidos por luminarias de distinto tipo pueden producir resultados de iluminación absolutamente distintos. La validez de los datos se basa de forma fundamental en los datos técnicos asociados a cada referencia: los lúmenes emitidos y la distribución de la emisión de cada tipo de aparato.

Definición de ejes y ángulos



- γ :** Ángulo que forman la proyección del eje longitudinal del aparato sobre el plano del suelo y el eje X del plano (Positivo en sentido contrario a las agujas del reloj cuando miramos desde el techo). El valor 0 del ángulo es cuando el eje longitudinal de la luminaria es paralelo al eje X de la sala.
- α :** Ángulo que forma el eje normal a la superficie de fijación del aparato con el eje Z de la sala. (Un valor 90 es colocación en pared y 0 colocación en techo).
- β :** Autogiro del aparato sobre el eje normal a su superficie de amarre.

Plano de situación de Productos



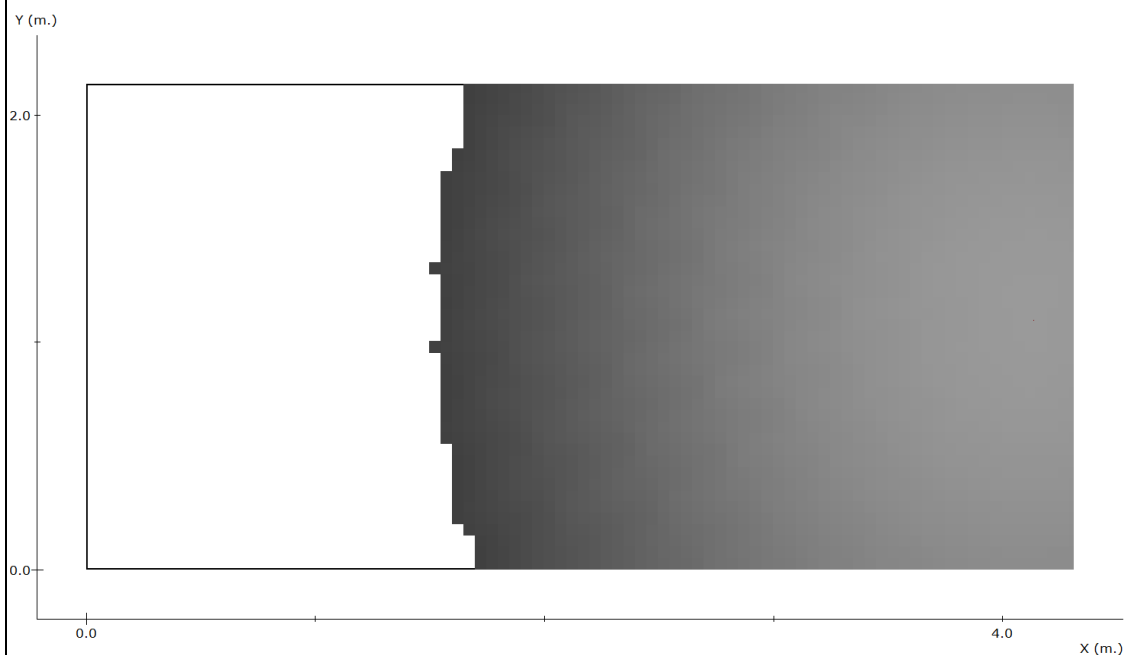
Nota¹

Situación de las Luminarias

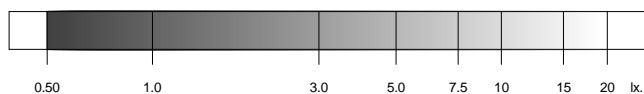
Nº	<u>Referencia</u> ²	<u>Fabricante</u>	<u>Coordenadas</u>					<u>Rót.</u>
			x	y (m.)	h	γ	α (°)	β
1	NOVA N2	Daisalux	4.14	1.10	2.50	0	0	0

¹ DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa
² Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Gráfico de tramas del plano a 0.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

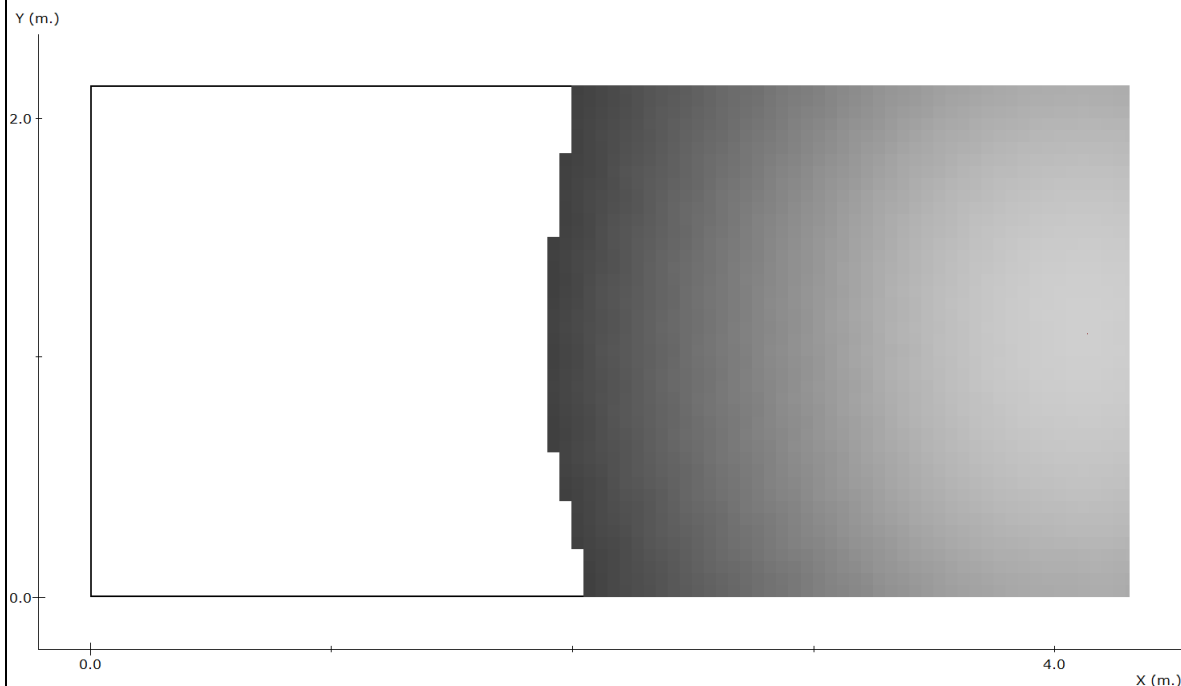
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	5.7 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	62.5 % de 9.1 m ²
Lúmenes / m ² :	----	10.4 lm/m ²
Iluminación media:	----	1.14 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

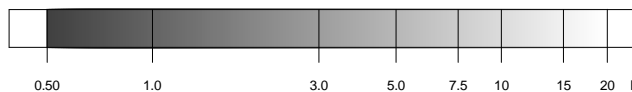
Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Gráfico de tramas del plano a 1.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

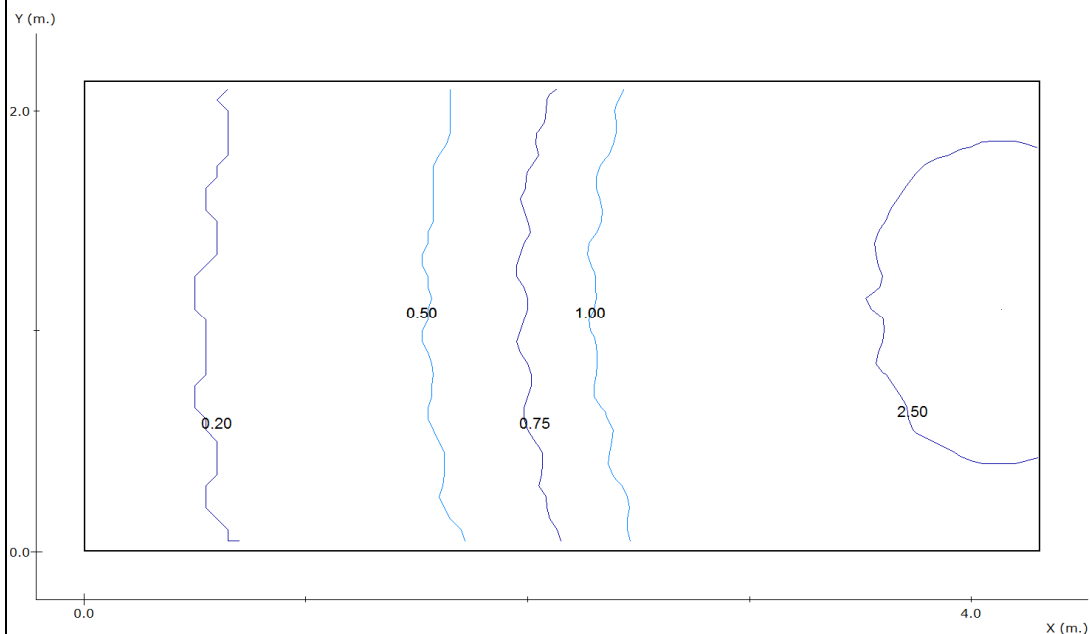
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	15.8 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	54.1 % de 9.1 m ²
Lúmenes / m ² :	----	10.4 lm/m ²
Iluminación media:	----	1.86 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Curvas isolux en el plano a 0.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

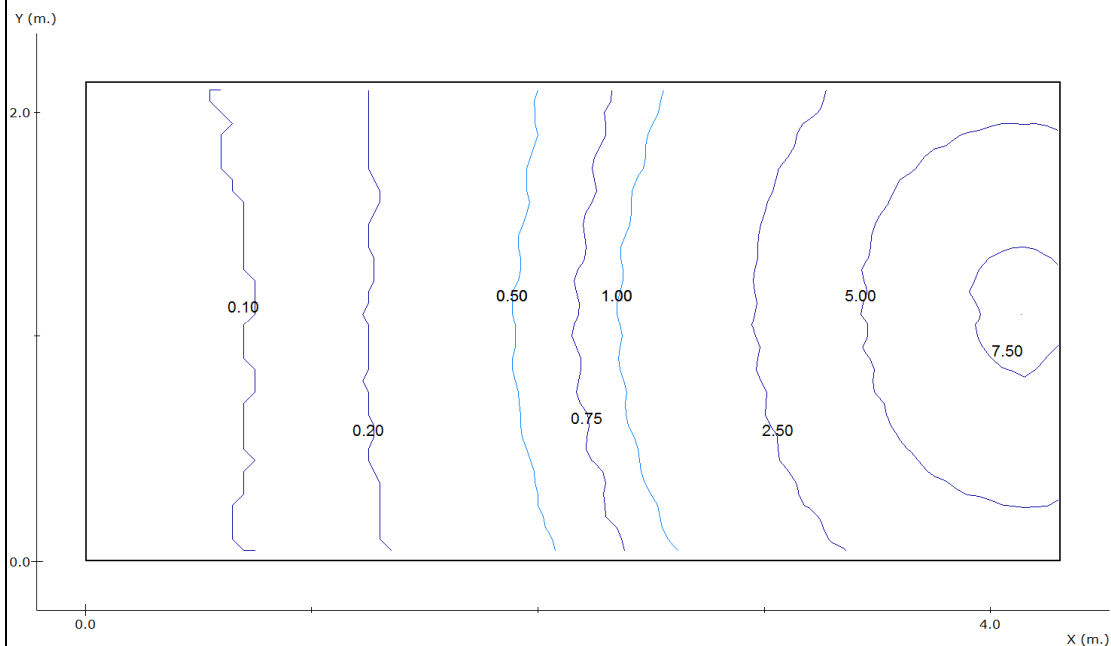
Resolución del Cálculo: 0.05 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Curvas isolux en el plano a 1.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

RESULTADO DEL ALUMBRADO ANTIPÁNICO EN EL VOLUMEN DE 0.00 m. a 1.00 m.

<u>Objetivos</u>		<u>Resultados</u>
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	54.1 % de 9.1 m ²
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	15.8 mx/mn
Lúmenes / m ² :	----	10.4 lm/m ²

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Lista de productos usados en el plano

Nota³

Cantidad	Referencia ⁴	Fabricante	Precio (€)
1	NOVA N2	Daisalux	46.33
Precio Total :			46.33

³ DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa
⁴ Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Anexo: Cálculo de iluminación de emergencia con Daisa.

Proyectista: Aritz Azparren Diaz

Sala de Descanso Planta Baja

Información adicional

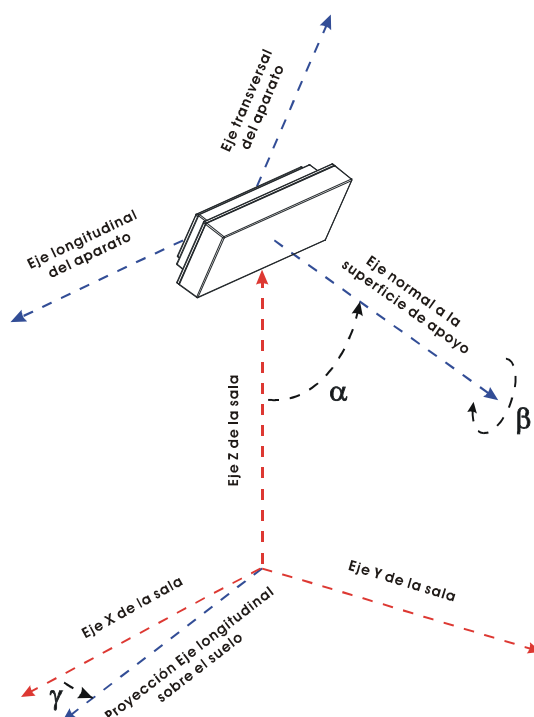
- Aclaración sobre los datos calculados
- Definición de ejes y ángulos

Aclaración sobre los datos calculados

Siguiendo las normativas referentes a la instalación de emergencia (entre ellas el Código Técnico de la Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos. De esta forma, el programa DAISA efectúa un cálculo de mínimos. Asegura que el nivel de iluminación recibido sobre el suelo es siempre, igual o superior al calculado.

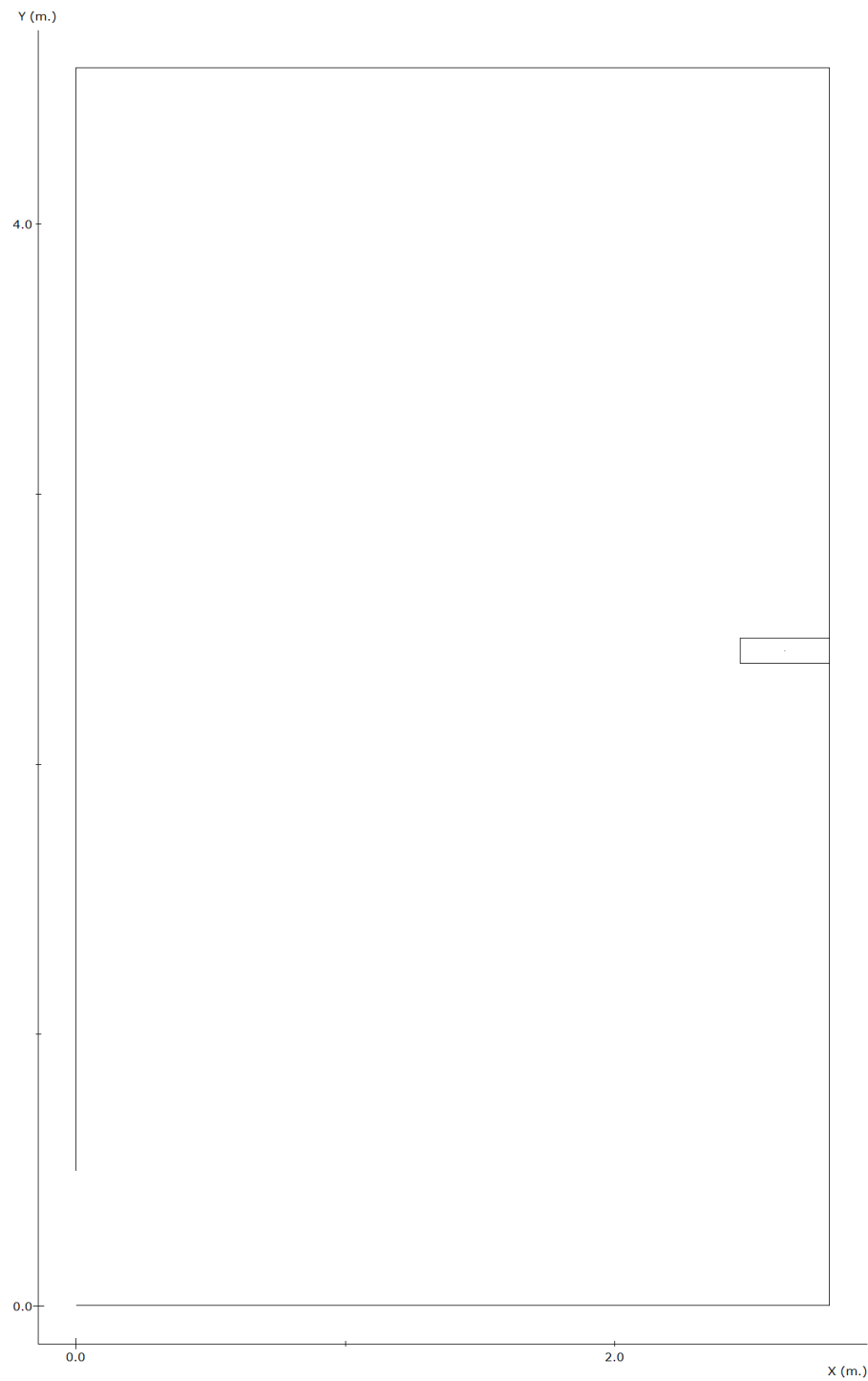
No es correcto utilizar este programa para efectuar informes con referencias que no estén introducidas en los catálogos Daisalux. En ningún caso se pueden extrapolar resultados a otras referencias de otros fabricantes por similitud en lúmenes declarados. Los mismos lúmenes emitidos por luminarias de distinto tipo pueden producir resultados de iluminación absolutamente distintos. La validez de los datos se basa de forma fundamental en los datos técnicos asociados a cada referencia: los lúmenes emitidos y la distribución de la emisión de cada tipo de aparato.

Definición de ejes y ángulos



- γ : Ángulo que forman la proyección del eje longitudinal del aparato sobre el plano del suelo y el eje X del plano (Positivo en sentido contrario a las agujas del reloj cuando miramos desde el techo). El valor 0 del ángulo es cuando el eje longitudinal de la luminaria es paralelo al eje X de la sala.
- α : Ángulo que forma el eje normal a la superficie de fijación del aparato con el eje Z de la sala. (Un valor 90 es colocación en pared y 0 colocación en techo).
- β : Autogiro del aparato sobre el eje normal a su superficie de amarre.

Plano de situación de Productos



Nota¹

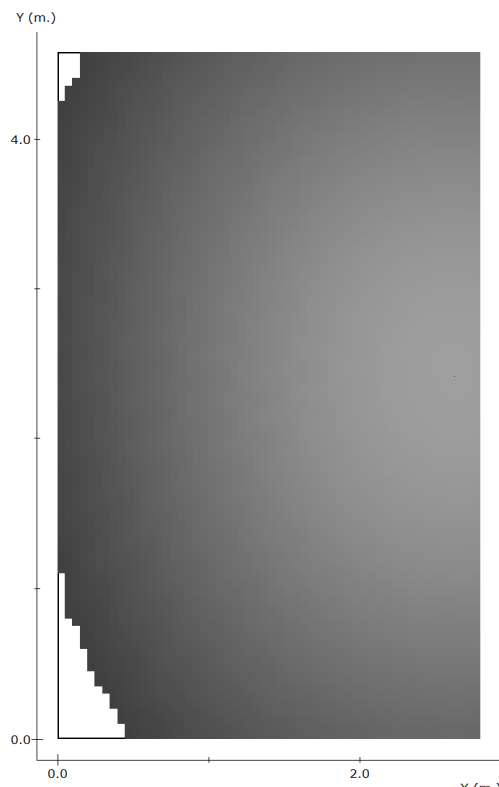
Situación de las Luminarias

<u>Nº</u>	<u>Referencia</u> ²	<u>Fabricante</u>	<u>Coordenadas</u>					<u>Rót.</u>
			x	y (m.)	h	γ	α (°)	
1	HYDRA N2	Daisalux	2.63	2.42	2.50	0	0	0

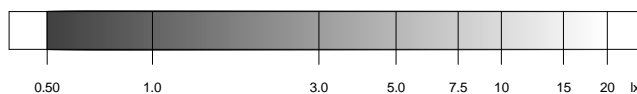
¹ DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

² Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Gráfico de tramas del plano a 0.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

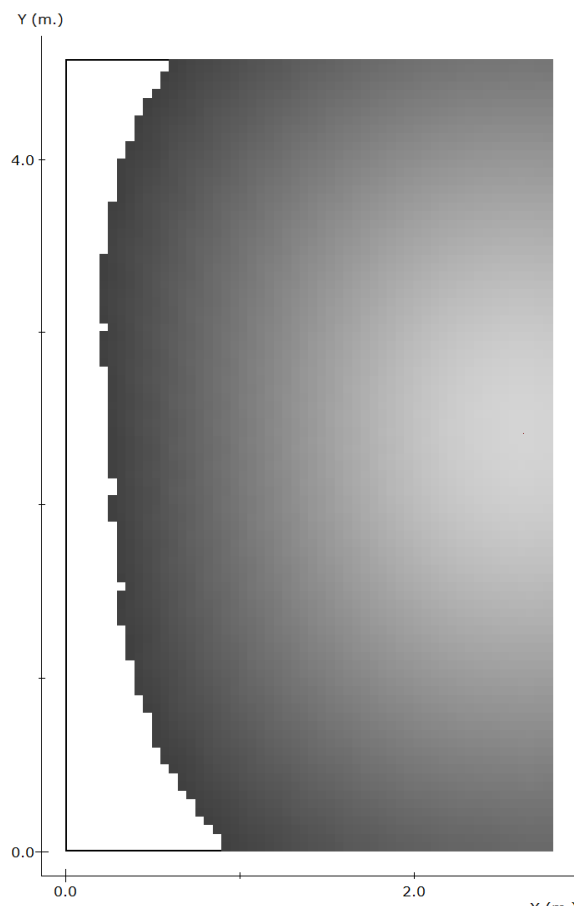
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	6.3 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	97.3 % de 12.7 m ²
Lúmenes / m ² :	----	7.5 lm/m ²
Iluminación media:	----	1.46 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

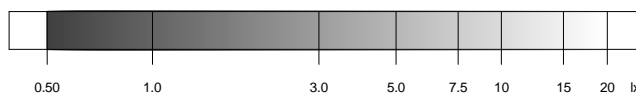
Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Gráfico de tramas del plano a 1.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

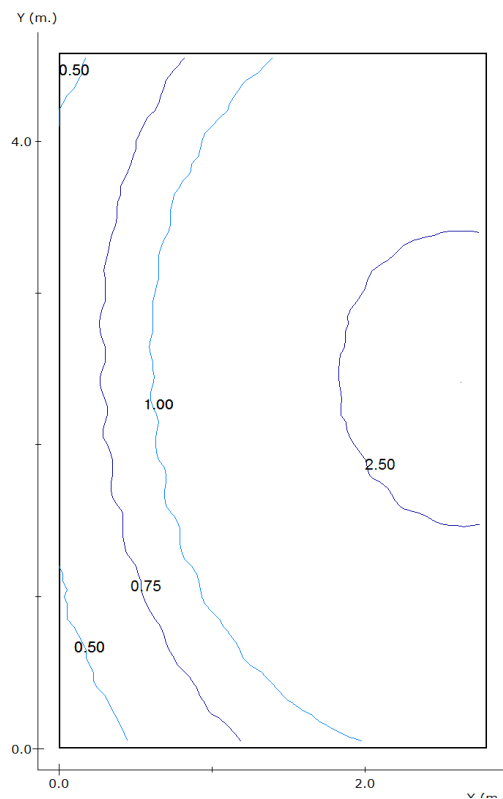
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	17.4 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	85.1 % de 12.7 m ²
Lúmenes / m ² :	----	7.5 lm/m ²
Iluminación media:	----	2.19 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Curvas isolux en el plano a 0.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

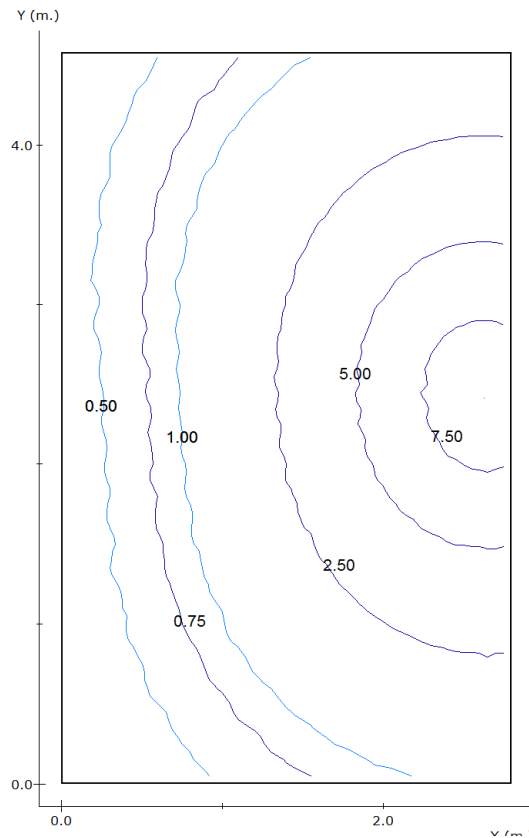
Resolución del Cálculo: 0.05 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Curvas isolux en el plano a 1.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

RESULTADO DEL ALUMBRADO ANTIPÁNICO EN EL VOLUMEN DE 0.00 m. a 1.00 m.

<u>Objetivos</u>		<u>Resultados</u>
Superficie cubierta: con 0.50 lx. o más		85.1 % de 12.7 m ²
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	17.4 mx/mn
Lúmenes / m ² :	----	7.5 lm/m ²

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Lista de productos usados en el plano

Nota³

Cantidad	Referencia ⁴	Fabricante	Precio (€)
1	HYDRA N2	Daisalux	43.48
			<hr/>
Precio Total :			43.48

³ DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa
⁴ Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Anexo: Cálculo de iluminación de emergencia con Daisa.

Proyectista: Aritz Azparren Diaz

Pasillo Planta Baja

Información adicional

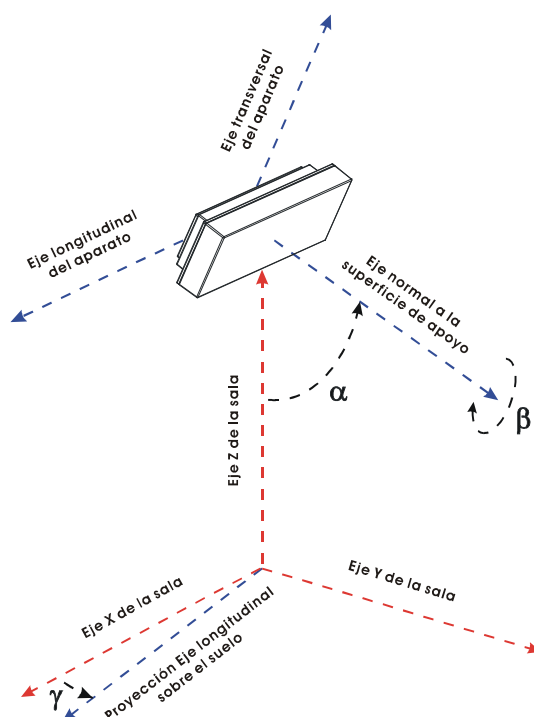
- Aclaración sobre los datos calculados
- Definición de ejes y ángulos

Aclaración sobre los datos calculados

Siguiendo las normativas referentes a la instalación de emergencia (entre ellas el Código Técnico de la Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos. De esta forma, el programa DAISA efectúa un cálculo de mínimos. Asegura que el nivel de iluminación recibido sobre el suelo es siempre, igual o superior al calculado.

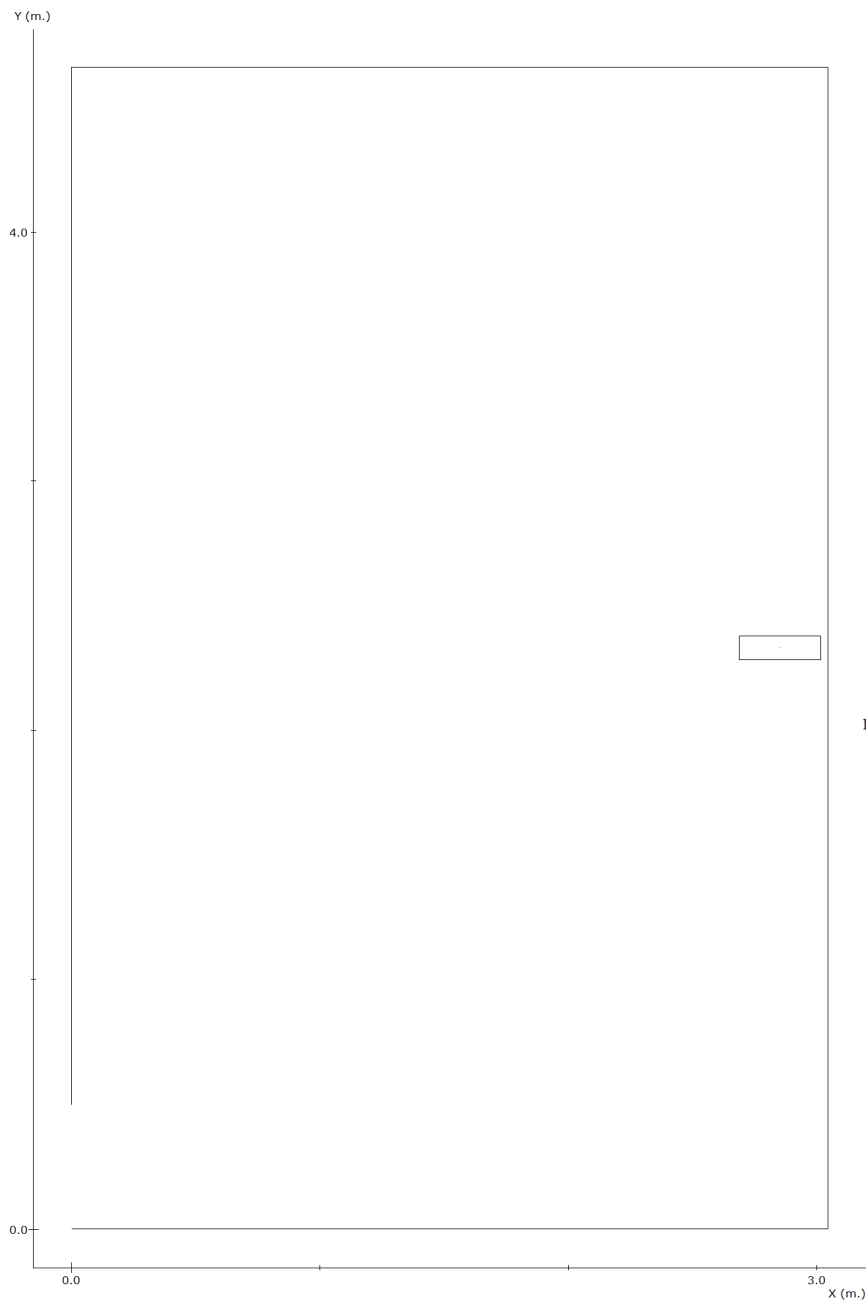
No es correcto utilizar este programa para efectuar informes con referencias que no estén introducidas en los catálogos Daisalux. En ningún caso se pueden extrapolar resultados a otras referencias de otros fabricantes por similitud en lúmenes declarados. Los mismos lúmenes emitidos por luminarias de distinto tipo pueden producir resultados de iluminación absolutamente distintos. La validez de los datos se basa de forma fundamental en los datos técnicos asociados a cada referencia: los lúmenes emitidos y la distribución de la emisión de cada tipo de aparato.

Definición de ejes y ángulos



- γ : Ángulo que forman la proyección del eje longitudinal del aparato sobre el plano del suelo y el eje X del plano (Positivo en sentido contrario a las agujas del reloj cuando miramos desde el techo). El valor 0 del ángulo es cuando el eje longitudinal de la luminaria es paralelo al eje X de la sala.
- α : Ángulo que forma el eje normal a la superficie de fijación del aparato con el eje Z de la sala. (Un valor 90 es colocación en pared y 0 colocación en techo).
- β : Autogiro del aparato sobre el eje normal a su superficie de amarre.

Plano de situación de Productos



Nota¹

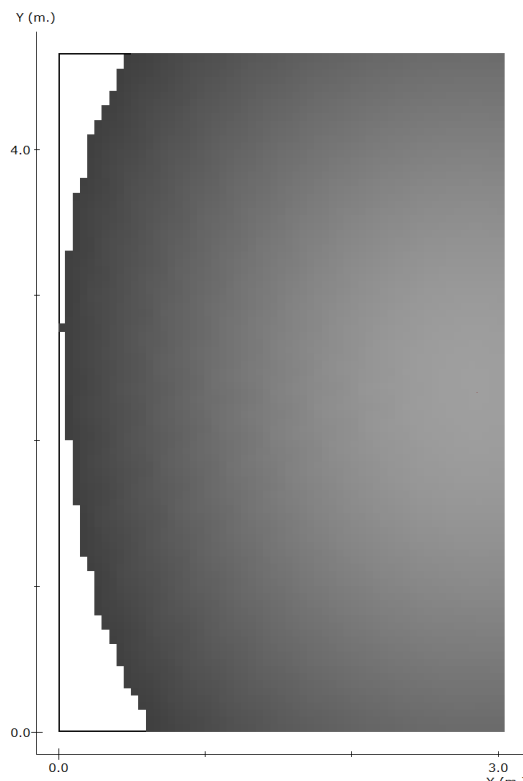
Situación de las Luminarias

<u>Nº</u>	<u>Referencia</u> ²	<u>Fabricante</u>	<u>Coordenadas</u>					<u>Rót.</u>
			<u>x</u>	<u>y</u> (m.)	<u>h</u>	<u>γ</u>	<u>α</u> (°)	
1	HYDRA N2	Daisalux	2.85	2.33	2.50	0	0	0

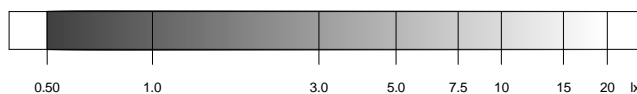
¹ DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

² Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Gráfico de tramas del plano a 0.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000
Resolución del Cálculo: 0.05 m.

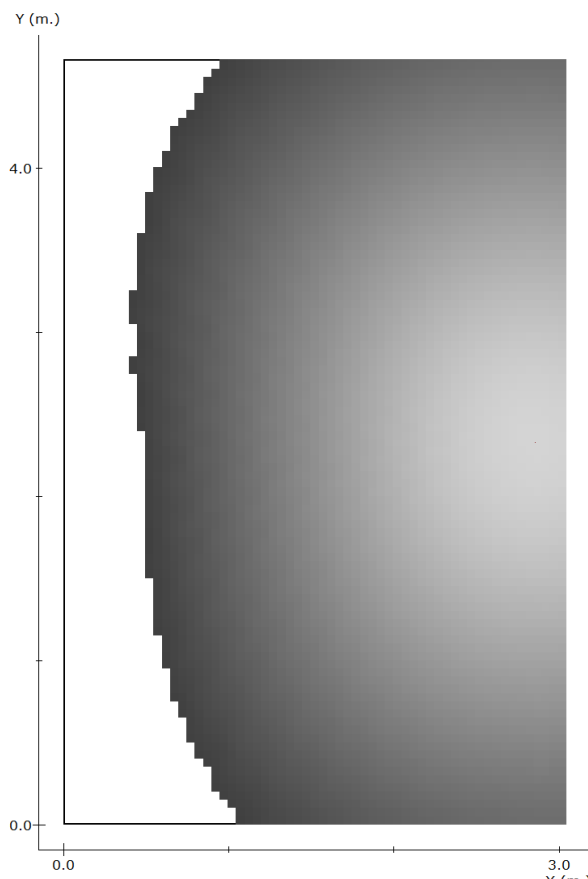
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	6.3 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	91.8 % de 14.2 m ²
Lúmenes / m ² :	----	6.7 lm/m ²
Iluminación media:	----	1.39 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

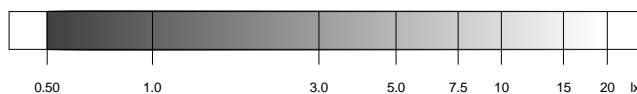
Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Gráfico de tramas del plano a 1.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

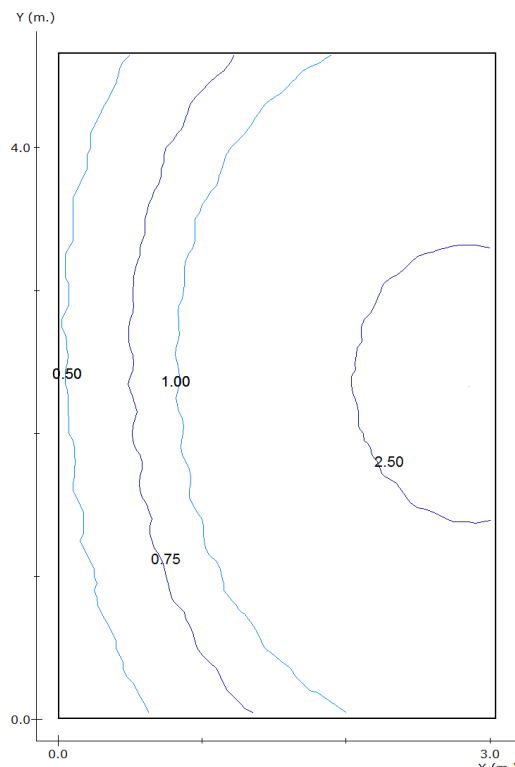
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	17.4 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	78.9 % de 14.2 m ²
Lúmenes / m ² :	----	6.7 lm/m ²
Iluminación media:	----	2.05 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Curvas isolux en el plano a 0.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

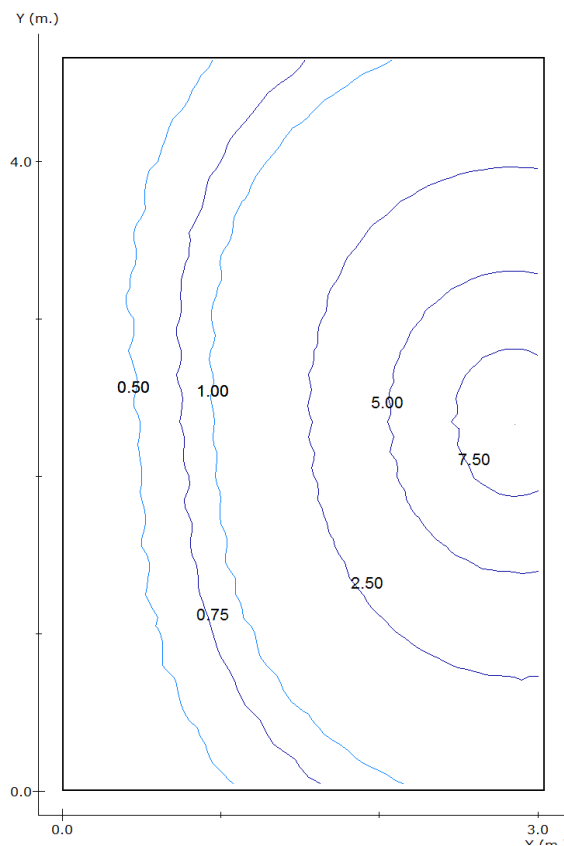
Resolución del Cálculo: 0.05 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Curvas isolux en el plano a 1.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

RESULTADO DEL ALUMBRADO ANTIPÁNICO EN EL VOLUMEN DE 0.00 m. a 1.00 m.

<u>Objetivos</u>		<u>Resultados</u>
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	78.9 % de 14.2 m ²
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	17.4 mx/mn
Lúmenes / m ² :	----	6.7 lm/m ²

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Lista de productos usados en el plano

Nota³

Cantidad	Referencia ⁴	Fabricante	Precio (€)
1	HYDRA N2	Daisalux	43.48
Precio Total :			43.48

³ DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa
⁴ Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Anexo: Cálculo de iluminación de emergencia con Daisa.

Proyectista: Aritz Azparren Diaz

Limpieza Planta Baja

Información adicional

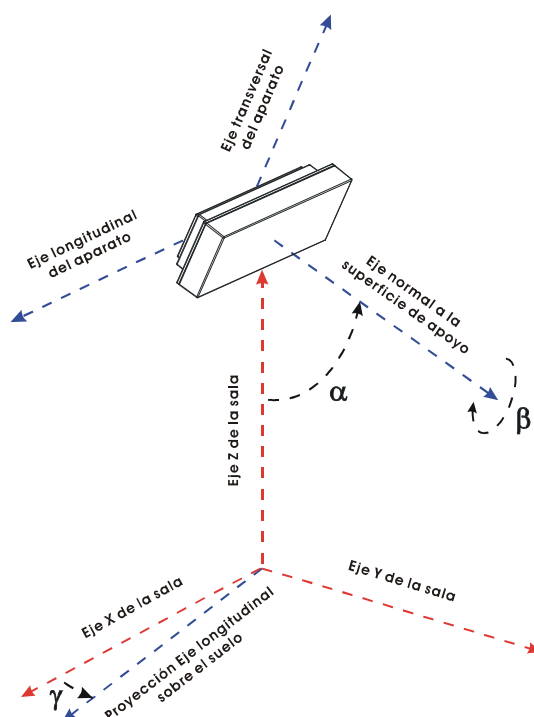
- Aclaración sobre los datos calculados
- Definición de ejes y ángulos

Aclaración sobre los datos calculados

Siguiendo las normativas referentes a la instalación de emergencia (entre ellas el Código Técnico de la Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos. De esta forma, el programa DAISA efectúa un cálculo de mínimos. Asegura que el nivel de iluminación recibido sobre el suelo es siempre, igual o superior al calculado.

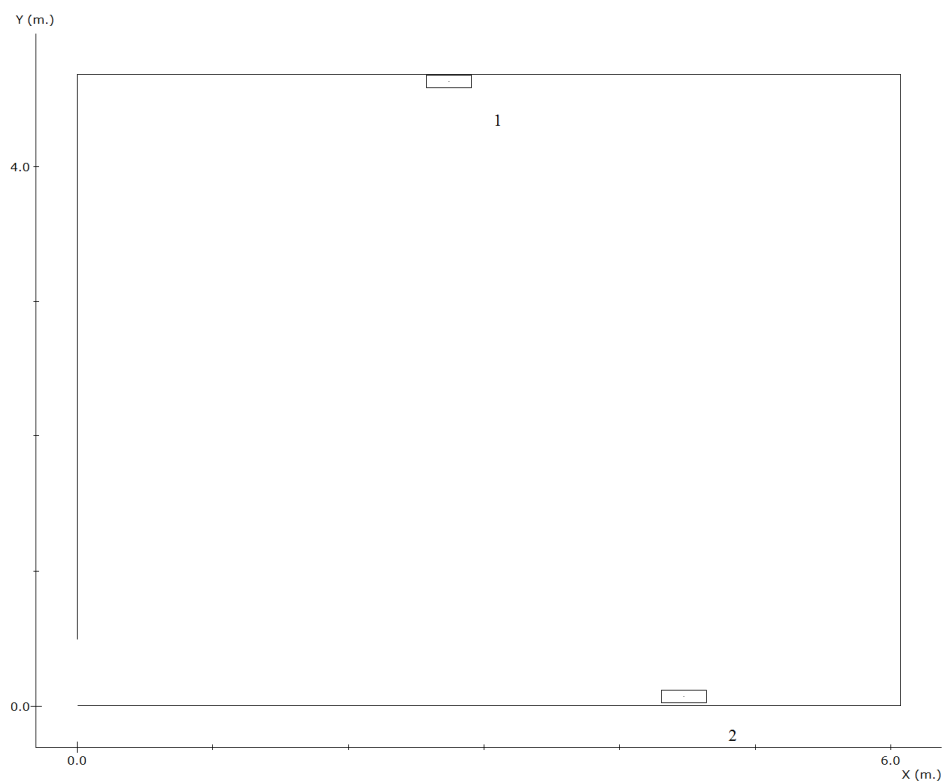
No es correcto utilizar este programa para efectuar informes con referencias que no estén introducidas en los catálogos Daisalux. En ningún caso se pueden extrapolar resultados a otras referencias de otros fabricantes por similitud en lúmenes declarados. Los mismos lúmenes emitidos por luminarias de distinto tipo pueden producir resultados de iluminación absolutamente distintos. La validez de los datos se basa de forma fundamental en los datos técnicos asociados a cada referencia: los lúmenes emitidos y la distribución de la emisión de cada tipo de aparato.

Definición de ejes y ángulos



- γ : Ángulo que forman la proyección del eje longitudinal del aparato sobre el plano del suelo y el eje X del plano (Positivo en sentido contrario a las agujas del reloj cuando miramos desde el techo). El valor 0 del ángulo es cuando el eje longitudinal de la luminaria es paralelo al eje X de la sala.
- α : Ángulo que forma el eje normal a la superficie de fijación del aparato con el eje Z de la sala. (Un valor 90 es colocación en pared y 0 colocación en techo).
- β : Autogiro del aparato sobre el eje normal a su superficie de amarre.

Plano de situación de Productos



Nota¹

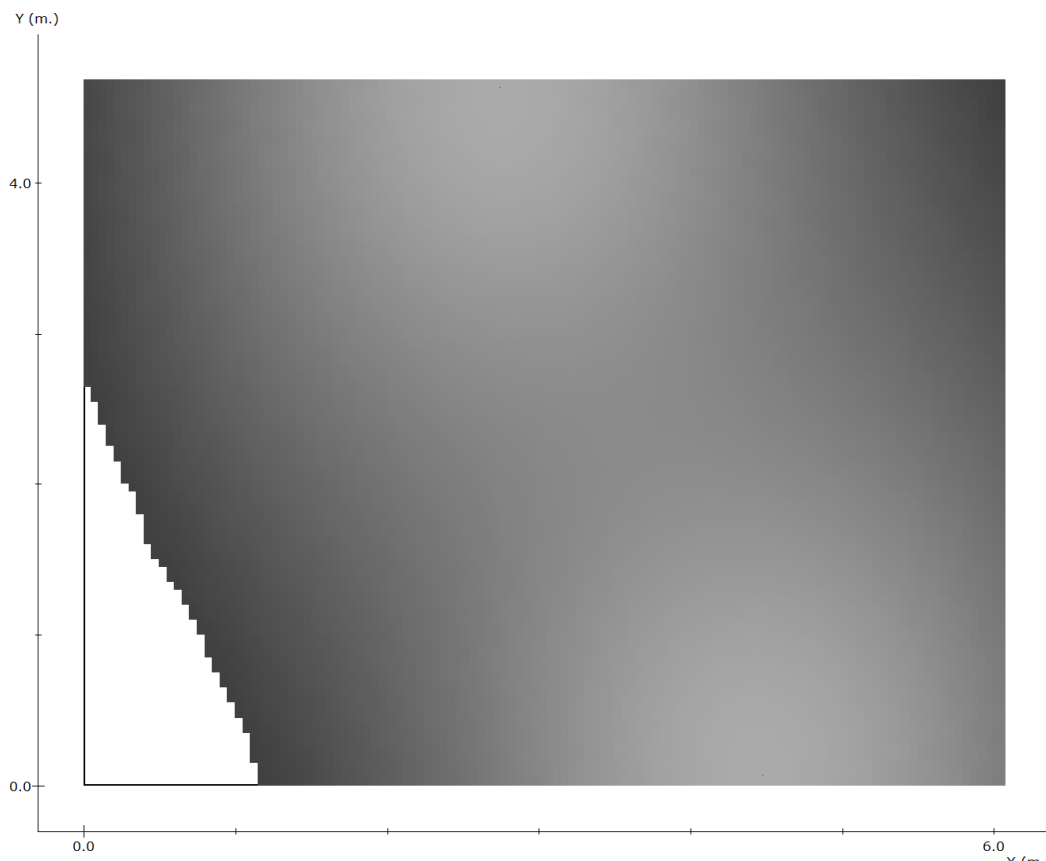
Situación de las Luminarias

Nº	Referencia ²	Fabricante	Coordenadas					Rót.
			x	y (m.)	h	γ	α (°)	β
1	HYDRA N2	Daisalux	2.74	4.63	2.30	0	0	0
2	HYDRA N2	Daisalux	4.47	0.07	2.30	0	0	0

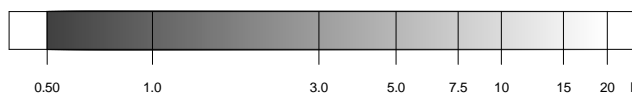
¹ DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

² Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Gráfico de tramas del plano a 0.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

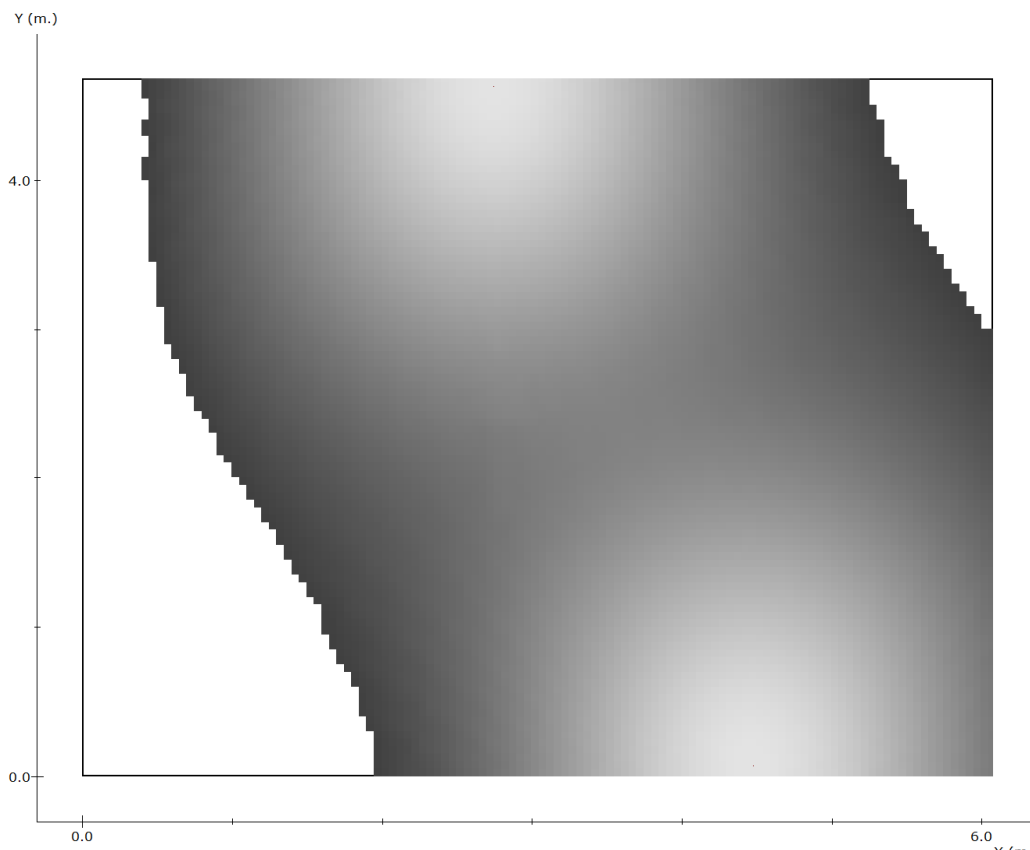
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	7.8 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	93.8 % de 28.4 m ²
Lúmenes / m ² :	----	6.7 lm/m ²
Iluminación media:	----	1.75 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

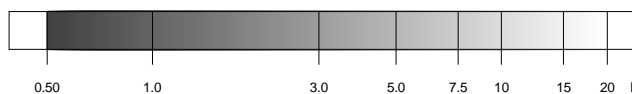
Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Gráfico de tramas del plano a 1.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

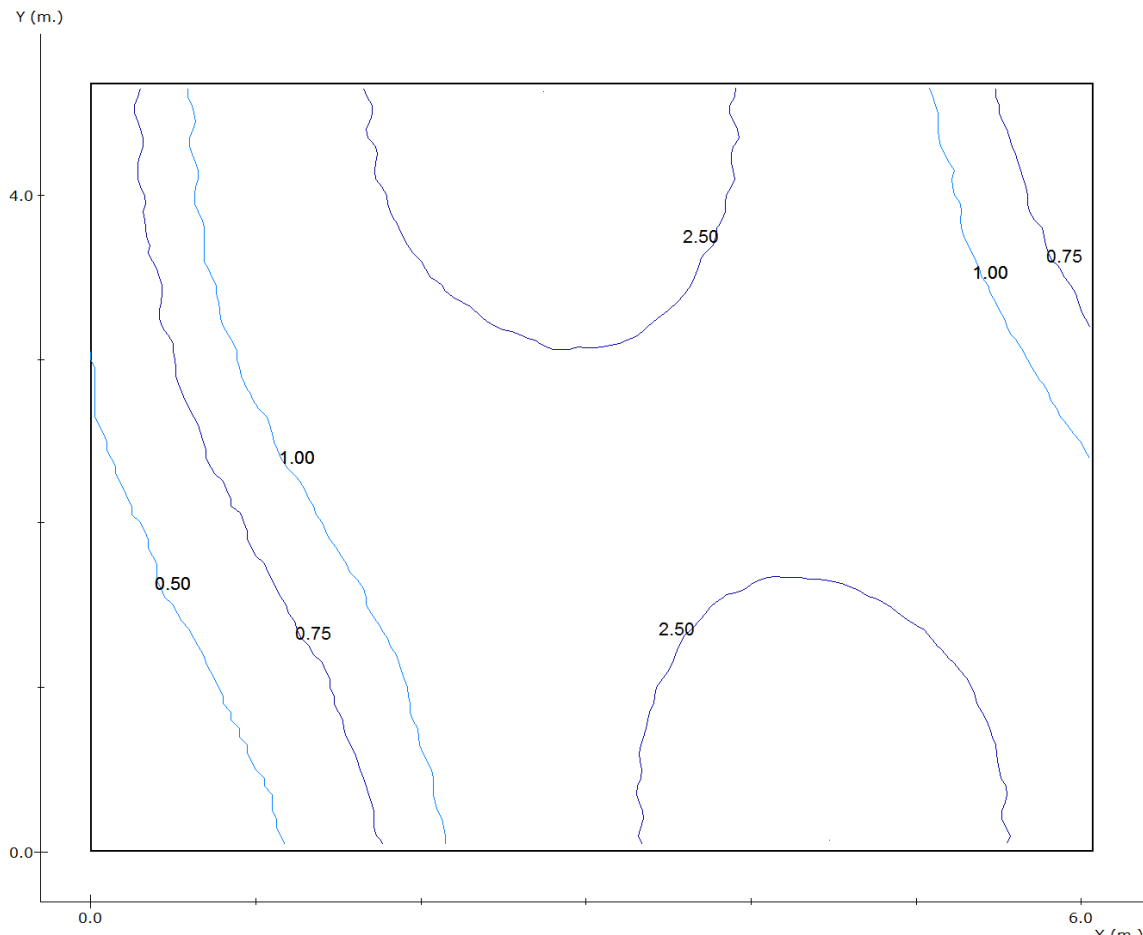
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	23.4 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	79.8 % de 28.4 m ²
Lúmenes / m ² :	----	6.7 lm/m ²
Iluminación media:	----	2.22 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Curvas isolux en el plano a 0.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

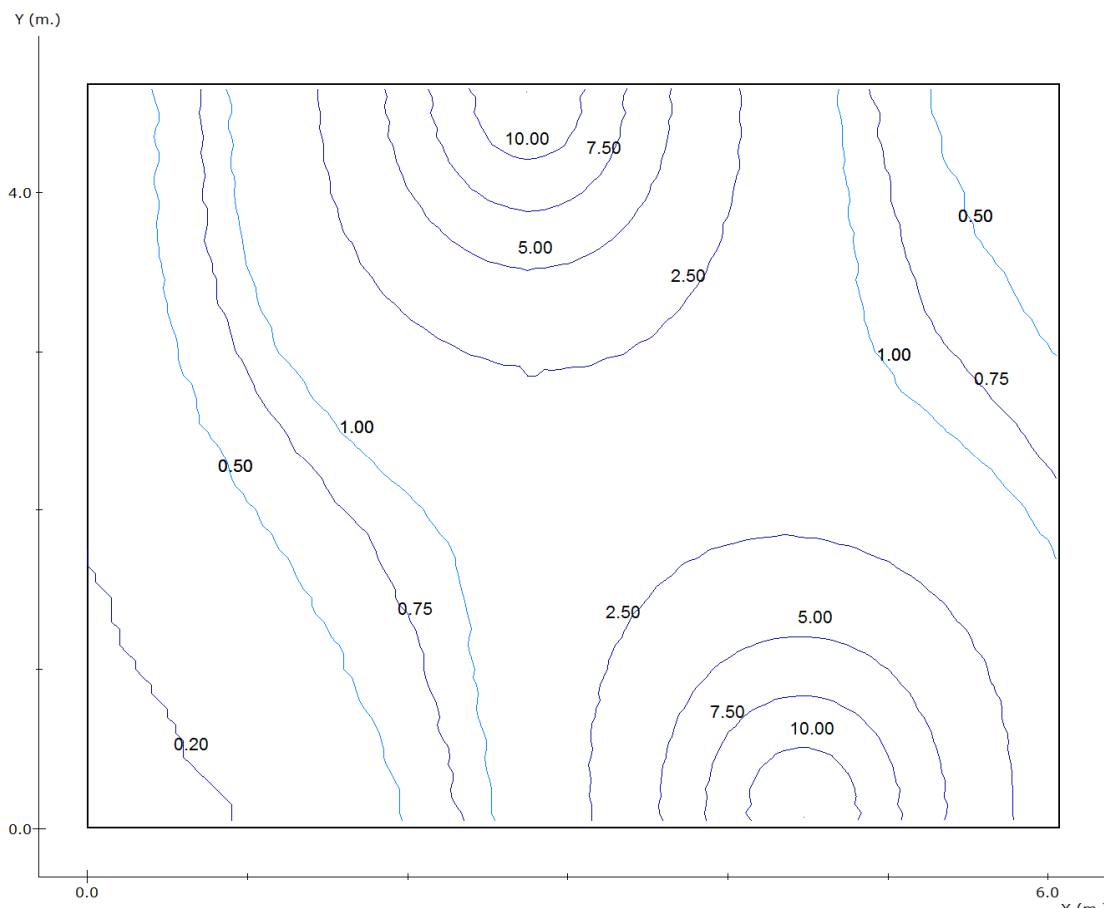
Resolución del Cálculo: 0.05 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Curvas isolux en el plano a 1.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

RESULTADO DEL ALUMBRADO ANTIPÁNICO EN EL VOLUMEN DE 0.00 m. a 1.00 m.

<u>Objetivos</u>		<u>Resultados</u>
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	79.8 % de 28.4 m ²
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	23.4 mx/mn
Lúmenes / m ² :	----	6.7 lm/m ²

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Lista de productos usados en el plano

Nota³

Cantidad	Referencia ⁴	Fabricante	Precio (€)
2	HYDRA N2	Daisalux	86.96
Precio Total :			86.96

³ DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa
⁴ Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Anexo: Cálculo de iluminación de emergencia con Daisa.

Proyectista: Aritz Azparren Diaz

Oficina Primer Piso

Información adicional

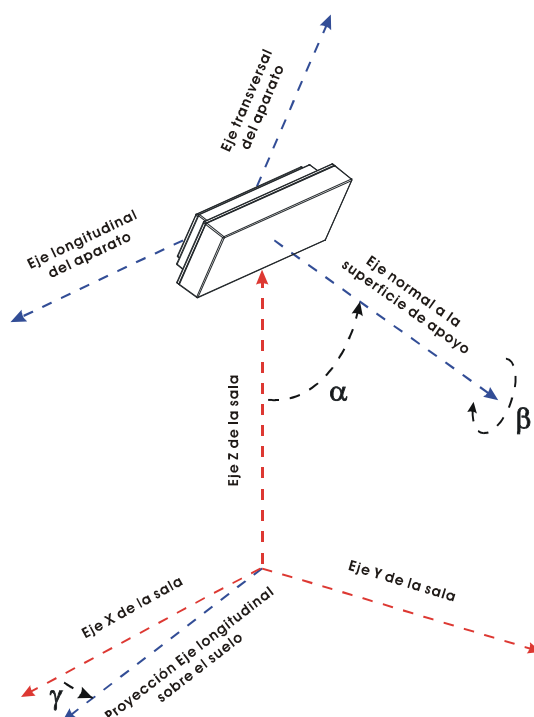
- Aclaración sobre los datos calculados
- Definición de ejes y ángulos

Aclaración sobre los datos calculados

Siguiendo las normativas referentes a la instalación de emergencia (entre ellas el Código Técnico de la Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos. De esta forma, el programa DAISA efectúa un cálculo de mínimos. Asegura que el nivel de iluminación recibido sobre el suelo es siempre, igual o superior al calculado.

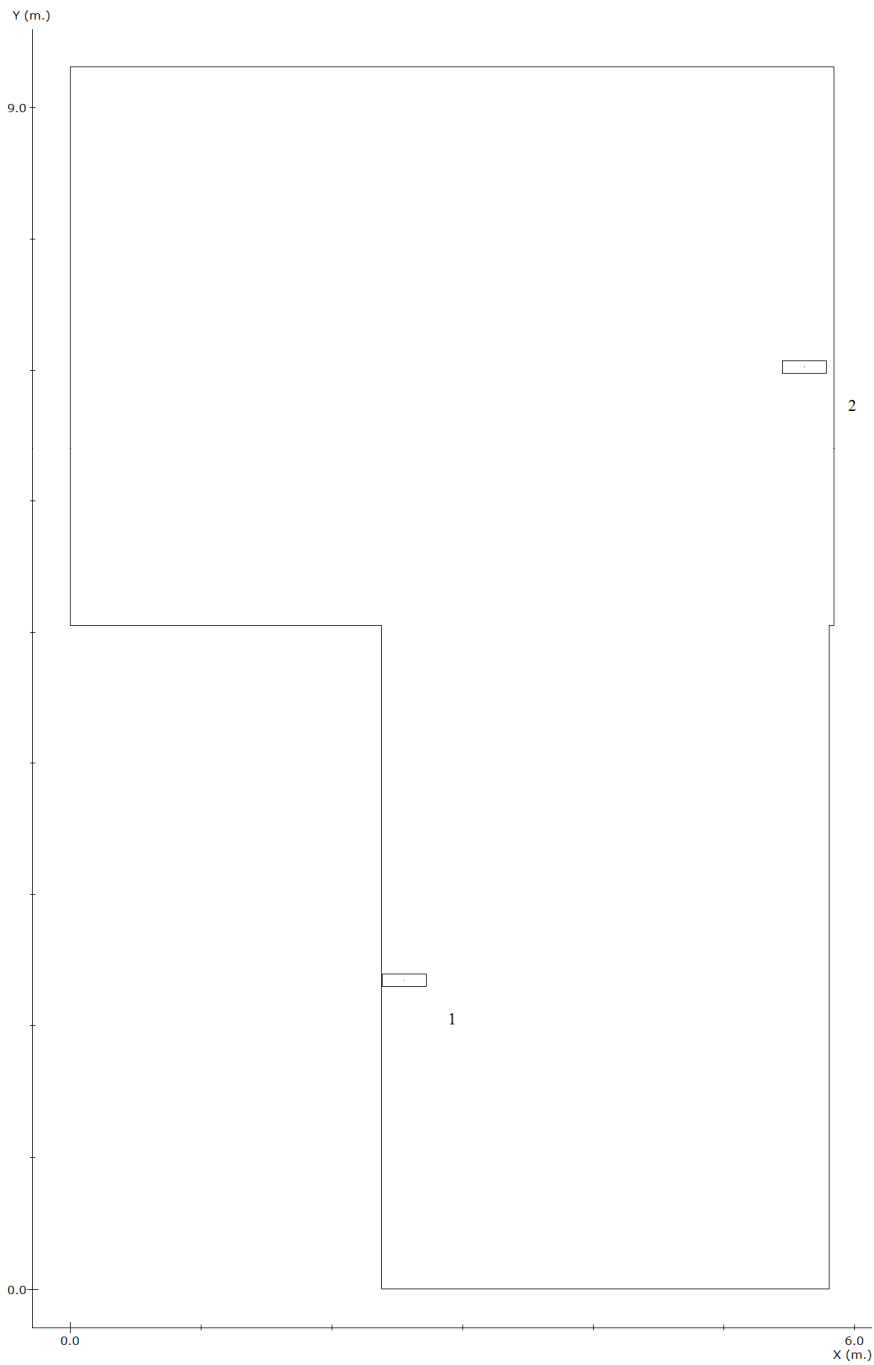
No es correcto utilizar este programa para efectuar informes con referencias que no estén introducidas en los catálogos Daisalux. En ningún caso se pueden extrapolar resultados a otras referencias de otros fabricantes por similitud en lúmenes declarados. Los mismos lúmenes emitidos por luminarias de distinto tipo pueden producir resultados de iluminación absolutamente distintos. La validez de los datos se basa de forma fundamental en los datos técnicos asociados a cada referencia: los lúmenes emitidos y la distribución de la emisión de cada tipo de aparato.

Definición de ejes y ángulos



- γ :** Ángulo que forman la proyección del eje longitudinal del aparato sobre el plano del suelo y el eje X del plano (Positivo en sentido contrario a las agujas del reloj cuando miramos desde el techo). El valor 0 del ángulo es cuando el eje longitudinal de la luminaria es paralelo al eje X de la sala.
- α :** Ángulo que forma el eje normal a la superficie de fijación del aparato con el eje Z de la sala. (Un valor 90 es colocación en pared y 0 colocación en techo).
- β :** Autogiro del aparato sobre el eje normal a su superficie de amarre.

Plano de situación de Productos



Nota¹

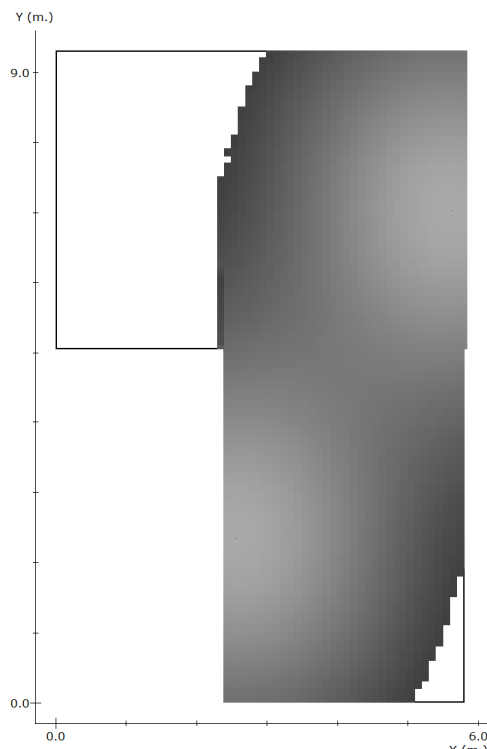
Situación de las Luminarias

<u>Nº</u>	<u>Referencia</u> ²	<u>Fabricante</u>	<u>Coordenadas</u>					<u>Rót.</u>
			<u>x</u>	<u>y</u> (m.)	<u>h</u>	<u>γ</u>	<u>α</u> (°)	
1	HYDRA N2	Daisalux	2.55	2.34	2.30	0	0	0
2	HYDRA N2	Daisalux	5.62	7.03	2.30	0	0	0

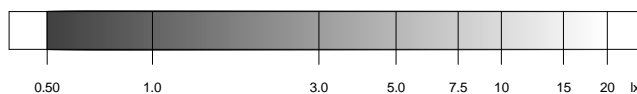
¹ DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

² Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Gráfico de tramas del plano a 0.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.10 m.

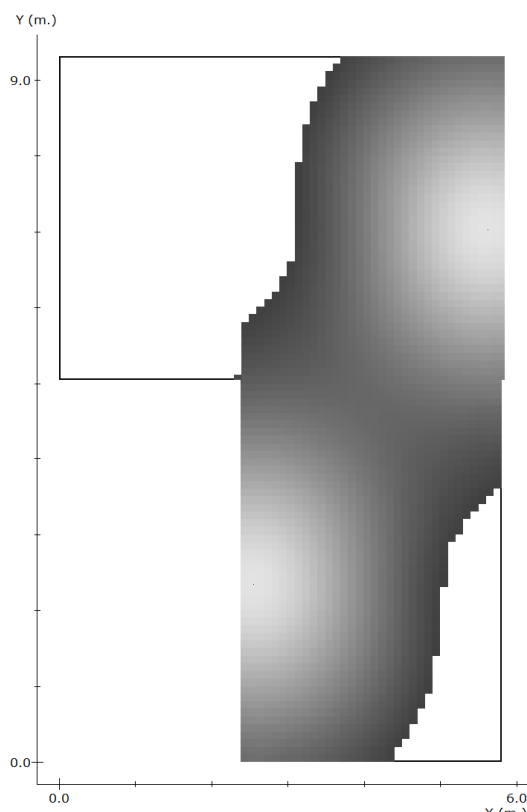
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	7.6 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	73.0 % de 42.9 m ²
Lúmenes / m ² :	----	4.4 lm/m ²
Iluminación media:	----	1.28 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

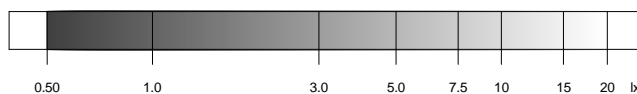
Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Gráfico de tramas del plano a 1.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.10 m.

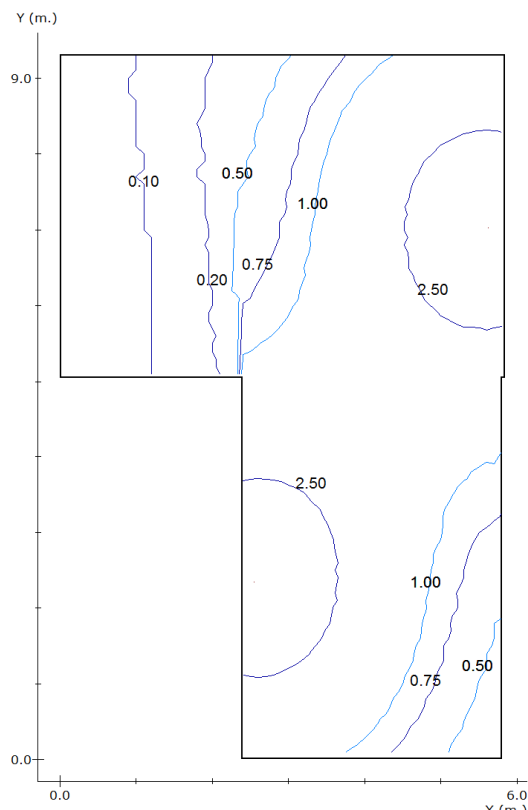
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	23.2 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	62.1 % de 42.9 m ²
Lúmenes / m ² :	----	4.4 lm/m ²
Iluminación media:	----	1.68 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Curvas isolux en el plano a 0.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

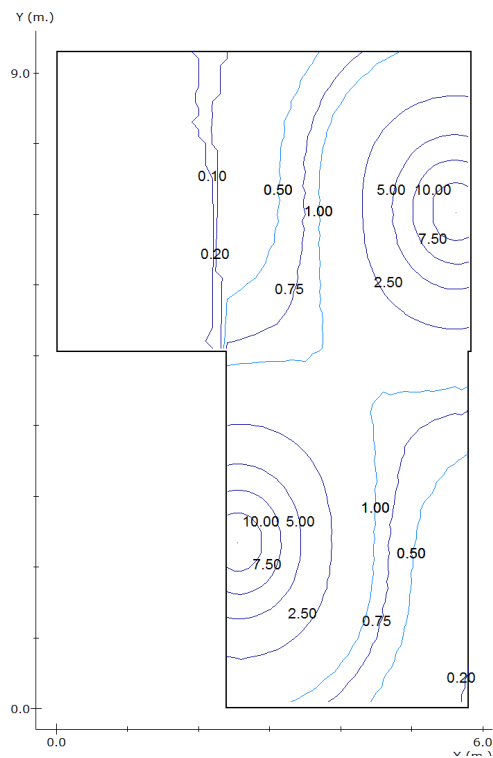
Resolución del Cálculo: 0.10 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Curvas isolux en el plano a 1.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.10 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

RESULTADO DEL ALUMBRADO ANTIPÁNICO EN EL VOLUMEN DE 0.00 m. a 1.00 m.

<u>Objetivos</u>		<u>Resultados</u>
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	62.1 % de 42.9 m ²
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	23.2 mx/mn
Lúmenes / m ² :	----	4.4 lm/m ²

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Lista de productos usados en el plano

Nota³

Cantidad	Referencia ⁴	Fabricante	Precio (€)
2	HYDRA N2	Daisalux	86.96
			<hr/>
Precio Total :			86.96

³ DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa
⁴ Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Anexo: Cálculo de iluminación d de emergencia con Daisa.

Proyectista: Aritz Azparren Diaz

Oficina Segundo Piso

Información adicional

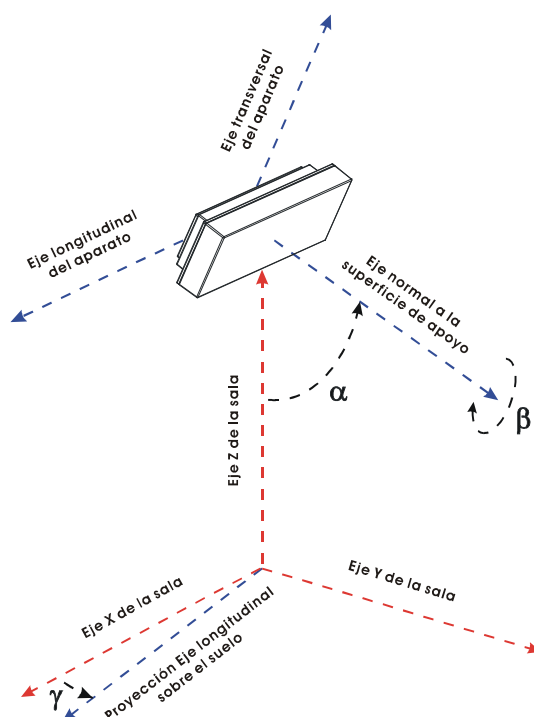
- Aclaración sobre los datos calculados
- Definición de ejes y ángulos

Aclaración sobre los datos calculados

Siguiendo las normativas referentes a la instalación de emergencia (entre ellas el Código Técnico de la Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos. De esta forma, el programa DAISA efectúa un cálculo de mínimos. Asegura que el nivel de iluminación recibido sobre el suelo es siempre, igual o superior al calculado.

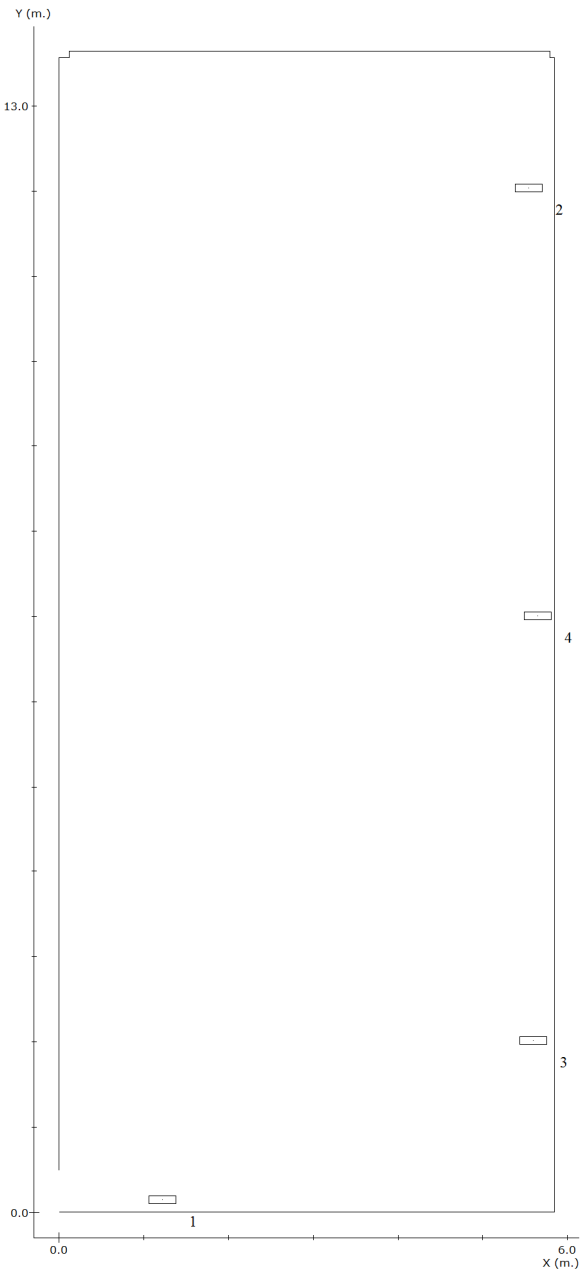
No es correcto utilizar este programa para efectuar informes con referencias que no estén introducidas en los catálogos Daisalux. En ningún caso se pueden extrapolar resultados a otras referencias de otros fabricantes por similitud en lúmenes declarados. Los mismos lúmenes emitidos por luminarias de distinto tipo pueden producir resultados de iluminación absolutamente distintos. La validez de los datos se basa de forma fundamental en los datos técnicos asociados a cada referencia: los lúmenes emitidos y la distribución de la emisión de cada tipo de aparato.

Definición de ejes y ángulos



- γ : Ángulo que forman la proyección del eje longitudinal del aparato sobre el plano del suelo y el eje X del plano (Positivo en sentido contrario a las agujas del reloj cuando miramos desde el techo). El valor 0 del ángulo es cuando el eje longitudinal de la luminaria es paralelo al eje X de la sala.
- α : Ángulo que forma el eje normal a la superficie de fijación del aparato con el eje Z de la sala. (Un valor 90 es colocación en pared y 0 colocación en techo).
- β : Autogiro del aparato sobre el eje normal a su superficie de amarre.

Plano de situación de Productos



Nota¹

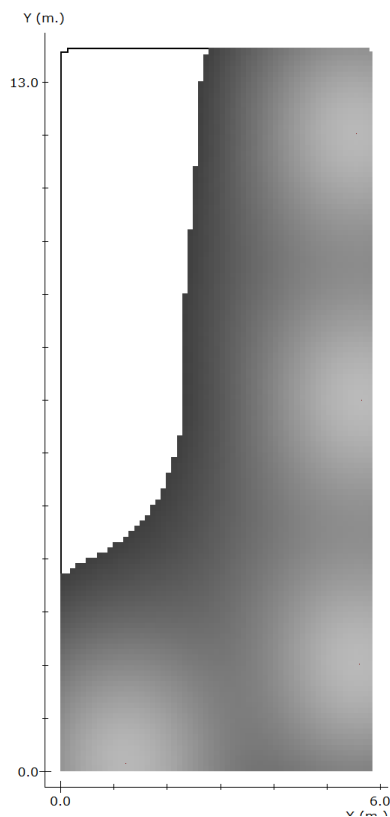
Situación de las Luminarias

Nº	<u>Referencia</u> ²	<u>Fabricante</u>	<u>Coordenadas</u>					<u>Rót.</u>
			x	y (m.)	h	γ	α (°)	β
1	HYDRA N2	Daisalux	1.23	0.15	2.00	0	0	0
2	HYDRA N2	Daisalux	5.54	12.03	2.00	0	0	0
3	HYDRA N2	Daisalux	5.60	2.02	2.00	0	0	0
4	HYDRA N2	Daisalux	5.65	7.00	2.00	0	0	0

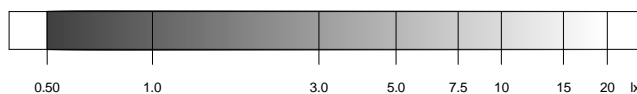
¹ DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

² Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Gráfico de tramas del plano a 0.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.10 m.

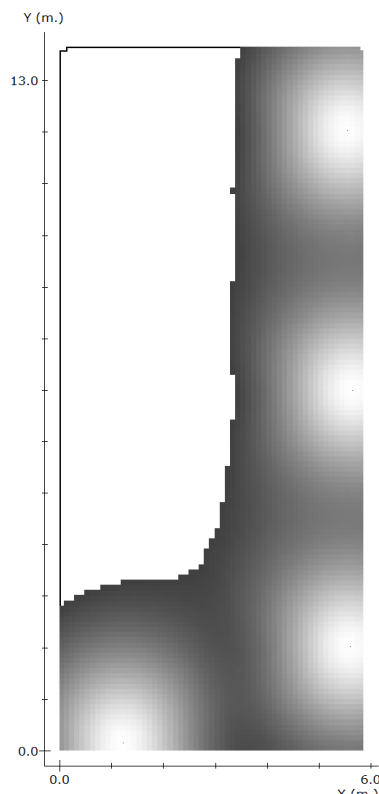
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	10.5 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	71.4 % de 80.2 m ²
Lúmenes / m ² :	----	4.7 lm/m ²
Iluminación media:	----	1.55 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

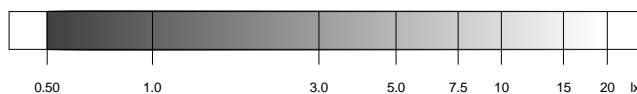
Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Gráfico de tramas del plano a 1.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.10 m.

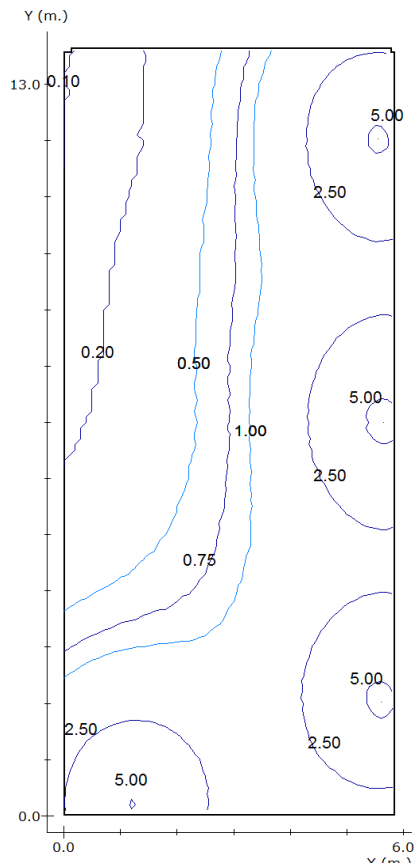
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	39.3 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	56.1 % de 80.2 m ²
Lúmenes / m ² :	----	4.7 lm/m ²
Iluminación media:	----	2.00 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Curvas isolux en el plano a 0.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

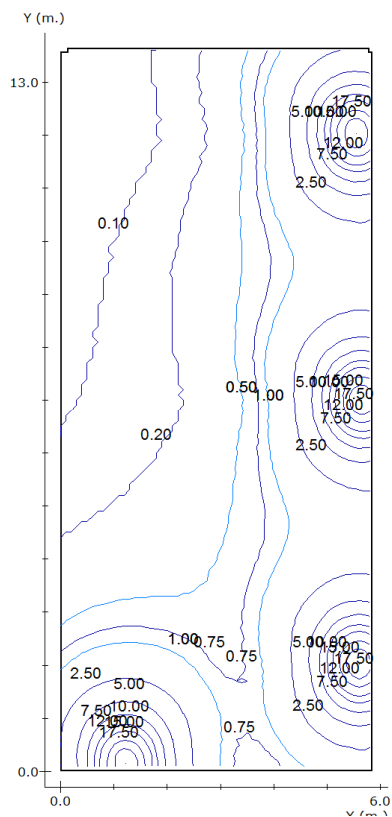
Resolución del Cálculo: 0.10 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Curvas isolux en el plano a 1.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.10 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

RESULTADO DEL ALUMBRADO ANTIPÁNICO EN EL VOLUMEN DE 0.00 m. a 1.00 m.

<u>Objetivos</u>		<u>Resultados</u>
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	56.1 % de 80.2 m ²
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	39.3 mx/mn
Lúmenes / m ² :	----	4.7 lm/m ²

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Lista de productos usados en el plano

Nota³

Cantidad	Referencia ⁴	Fabricante	Precio (€)
4	HYDRA N2	Daisalux	173.92
			<hr/>
Precio Total :			173.92

³ DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa
⁴ Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Anexo: Cálculo de iluminación de emergencia con Daisa.

Proyectista: Aritz Azparren Diaz

Aseos Hombre Segundo Piso

Información adicional

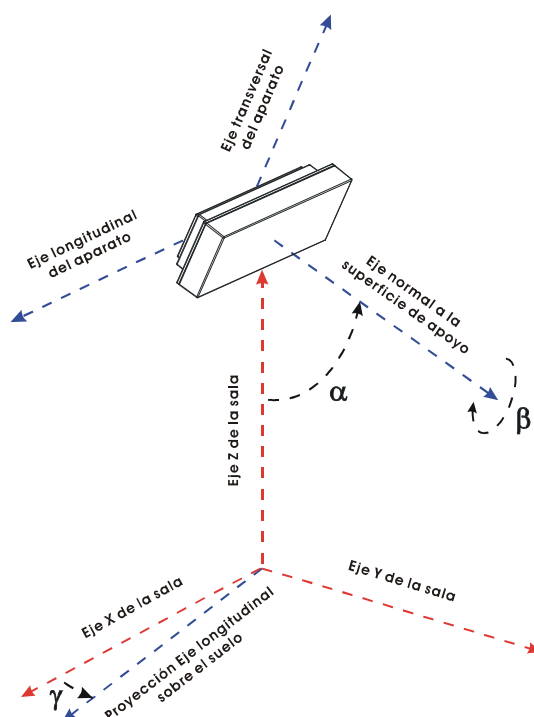
- Aclaración sobre los datos calculados
- Definición de ejes y ángulos

Aclaración sobre los datos calculados

Siguiendo las normativas referentes a la instalación de emergencia (entre ellas el Código Técnico de la Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos. De esta forma, el programa DAISA efectúa un cálculo de mínimos. Asegura que el nivel de iluminación recibido sobre el suelo es siempre, igual o superior al calculado.

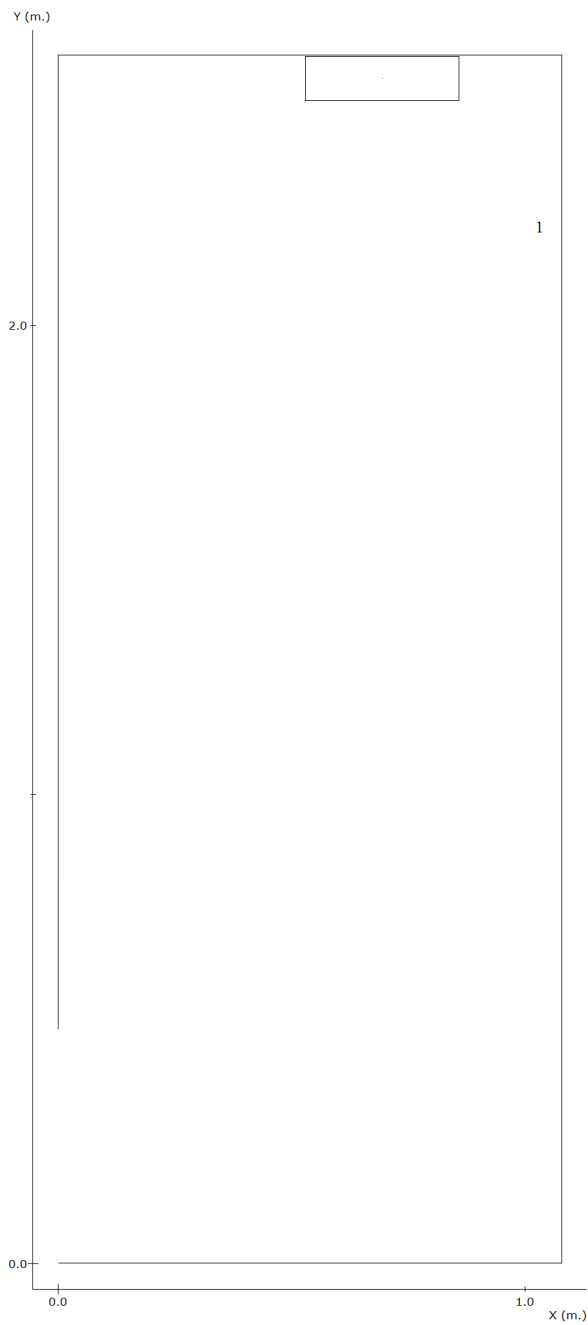
No es correcto utilizar este programa para efectuar informes con referencias que no estén introducidas en los catálogos Daisalux. En ningún caso se pueden extrapolar resultados a otras referencias de otros fabricantes por similitud en lúmenes declarados. Los mismos lúmenes emitidos por luminarias de distinto tipo pueden producir resultados de iluminación absolutamente distintos. La validez de los datos se basa de forma fundamental en los datos técnicos asociados a cada referencia: los lúmenes emitidos y la distribución de la emisión de cada tipo de aparato.

Definición de ejes y ángulos



- γ : Ángulo que forman la proyección del eje longitudinal del aparato sobre el plano del suelo y el eje X del plano (Positivo en sentido contrario a las agujas del reloj cuando miramos desde el techo). El valor 0 del ángulo es cuando el eje longitudinal de la luminaria es paralelo al eje X de la sala.
- α : Ángulo que forma el eje normal a la superficie de fijación del aparato con el eje Z de la sala. (Un valor 90 es colocación en pared y 0 colocación en techo).
- β : Autogiro del aparato sobre el eje normal a su superficie de amarre.

Plano de situación de Productos



Nota¹

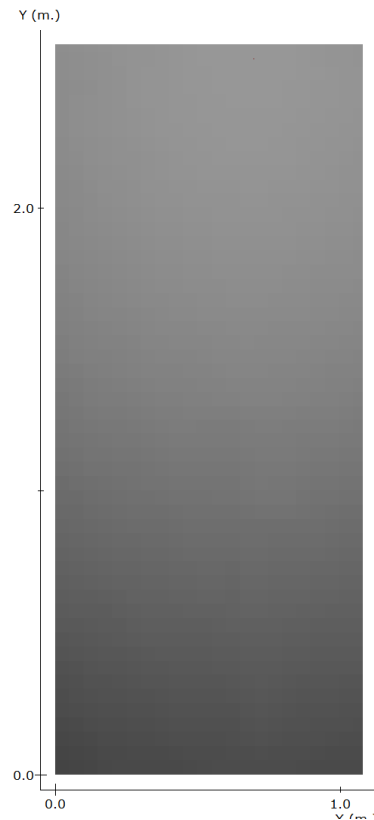
Situación de las Luminarias

<u>Nº</u>	<u>Referencia</u> ²	<u>Fabricante</u>	<u>Coordenadas</u>					<u>Rót.</u>
			x	y (m.)	h	γ	α (°)	β
1	NOVA N1	Daisalux	0.69	2.53	2.20	0	0	0

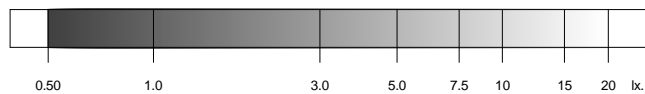
¹ DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

² Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Gráfico de tramas del plano a 0.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000
Resolución del Cálculo: 0.05 m.

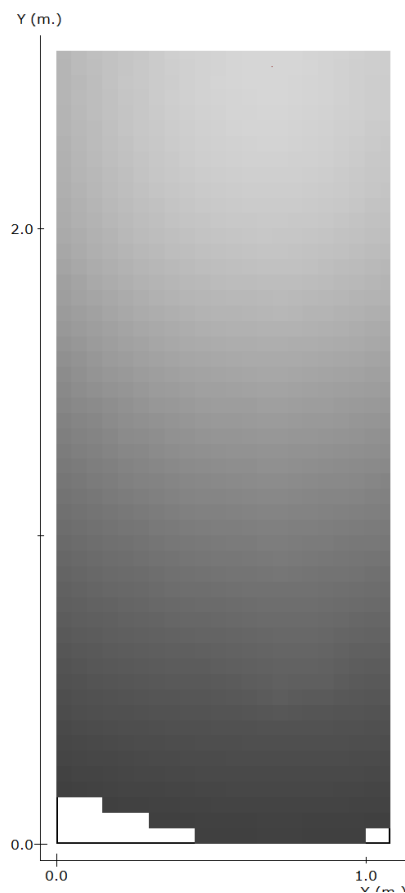
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	5.0 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	100.0 % de 2.8 m ²
Lúmenes / m ² :	----	25.0 lm/m ²
Iluminación media:	----	1.63 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

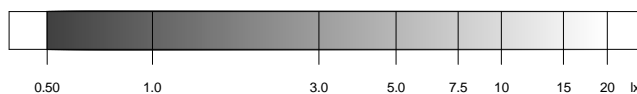
Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Gráfico de tramas del plano a 1.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

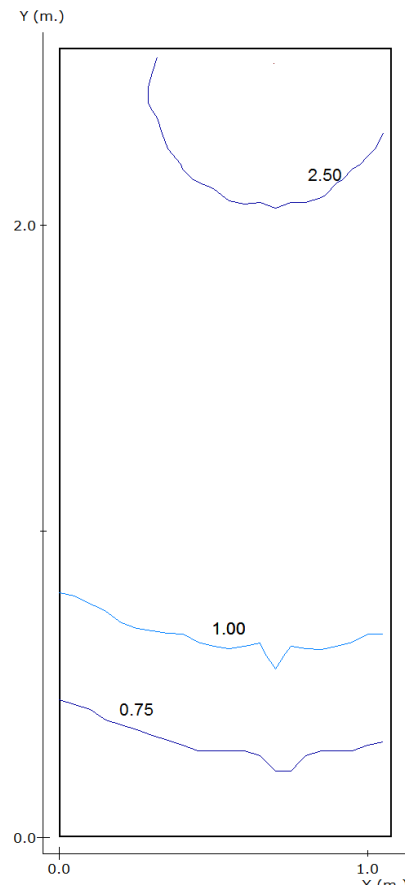
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	18.2 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	98.0 % de 2.8 m ²
Lúmenes / m ² :	----	25.0 lm/m ²
Iluminación media:	----	3.21 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Curvas isolux en el plano a 0.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

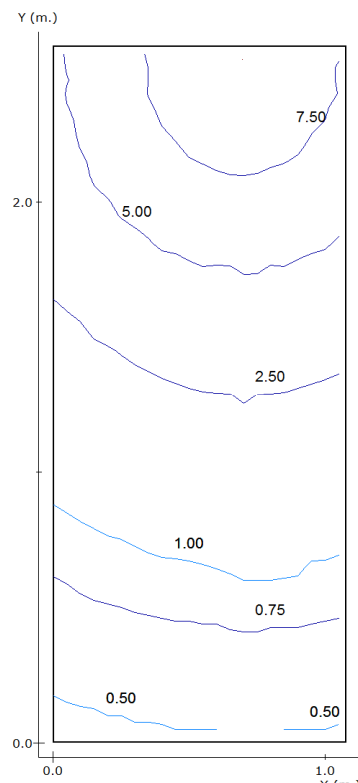
Resolución del Cálculo: 0.05 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Curvas isolux en el plano a 1.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

RESULTADO DEL ALUMBRADO ANTIPÁNICO EN EL VOLUMEN DE 0.00 m. a 1.00 m.

<u>Objetivos</u>		<u>Resultados</u>
Superficie cubierta: con 0.50 lx. o más		98.0 % de 2.8 m ²
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	18.2 mx/mn
Lúmenes / m ² :	----	25.0 lm/m ²

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Lista de productos usados en el plano

Nota³

Cantidad	Referencia ⁴	Fabricante	Precio (€)
1	NOVA N1	Daisalux	34.79
Precio Total :			34.79

³ DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa
⁴ Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Anexo: Cálculo de iluminación de emergencia con Daisa.

Proyectista: Aritz Azparren Diaz

Aseos Mujeres Segundo Piso

Información adicional

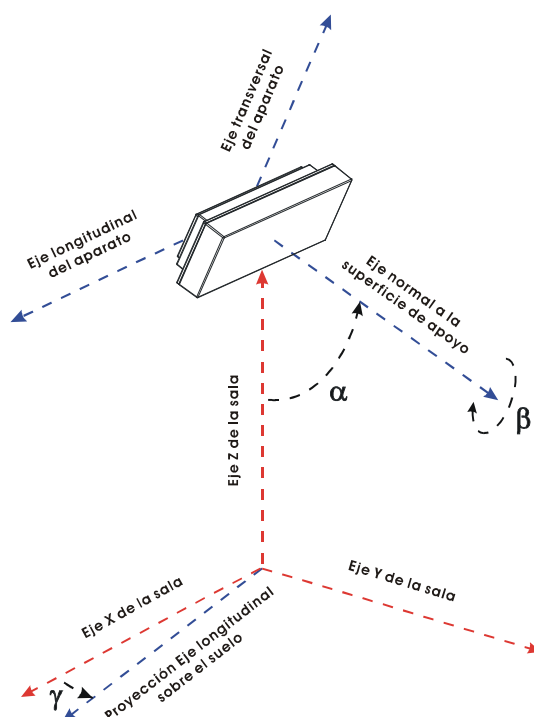
- Aclaración sobre los datos calculados
- Definición de ejes y ángulos

Aclaración sobre los datos calculados

Siguiendo las normativas referentes a la instalación de emergencia (entre ellas el Código Técnico de la Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos. De esta forma, el programa DAISA efectúa un cálculo de mínimos. Asegura que el nivel de iluminación recibido sobre el suelo es siempre, igual o superior al calculado.

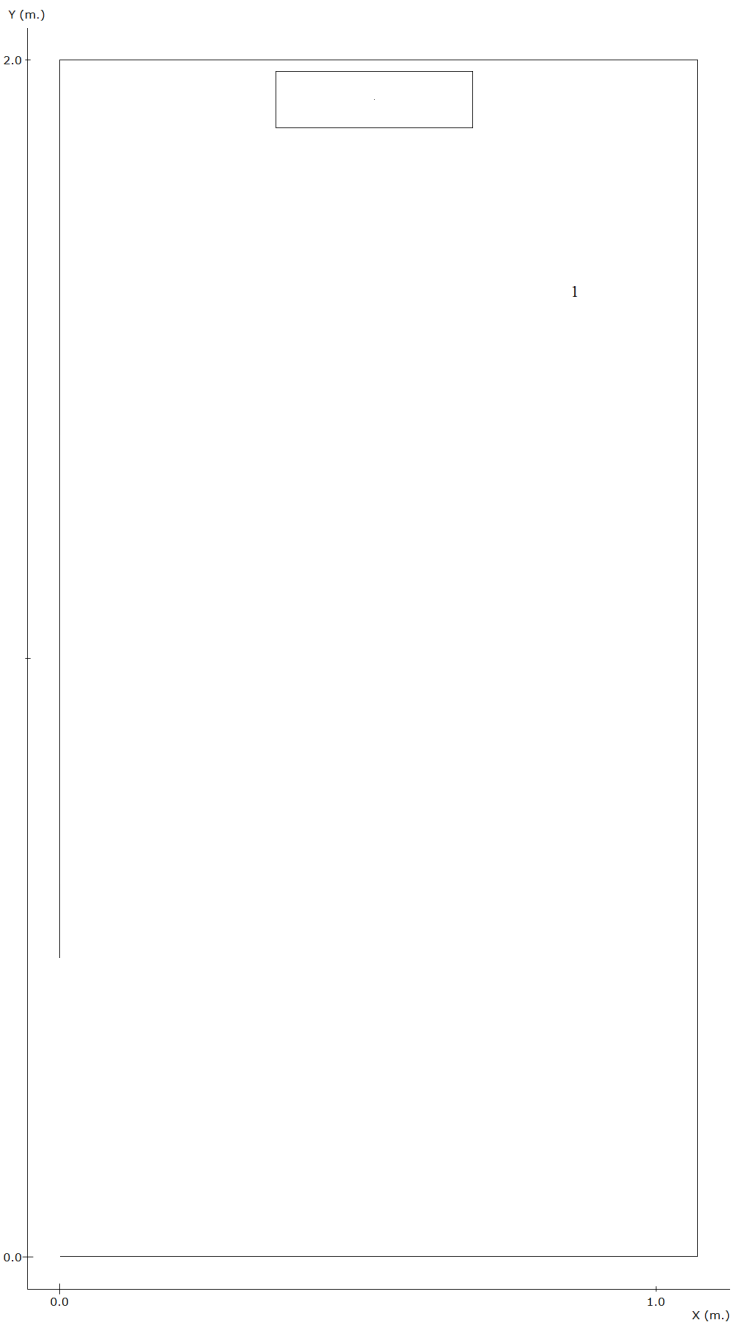
No es correcto utilizar este programa para efectuar informes con referencias que no estén introducidas en los catálogos Daisalux. En ningún caso se pueden extrapolar resultados a otras referencias de otros fabricantes por similitud en lúmenes declarados. Los mismos lúmenes emitidos por luminarias de distinto tipo pueden producir resultados de iluminación absolutamente distintos. La validez de los datos se basa de forma fundamental en los datos técnicos asociados a cada referencia: los lúmenes emitidos y la distribución de la emisión de cada tipo de aparato.

Definición de ejes y ángulos



- γ : Ángulo que forman la proyección del eje longitudinal del aparato sobre el plano del suelo y el eje X del plano (Positivo en sentido contrario a las agujas del reloj cuando miramos desde el techo). El valor 0 del ángulo es cuando el eje longitudinal de la luminaria es paralelo al eje X de la sala.
- α : Ángulo que forma el eje normal a la superficie de fijación del aparato con el eje Z de la sala. (Un valor 90 es colocación en pared y 0 colocación en techo).
- β : Autogiro del aparato sobre el eje normal a su superficie de amarre.

Plano de situación de Productos



Nota¹

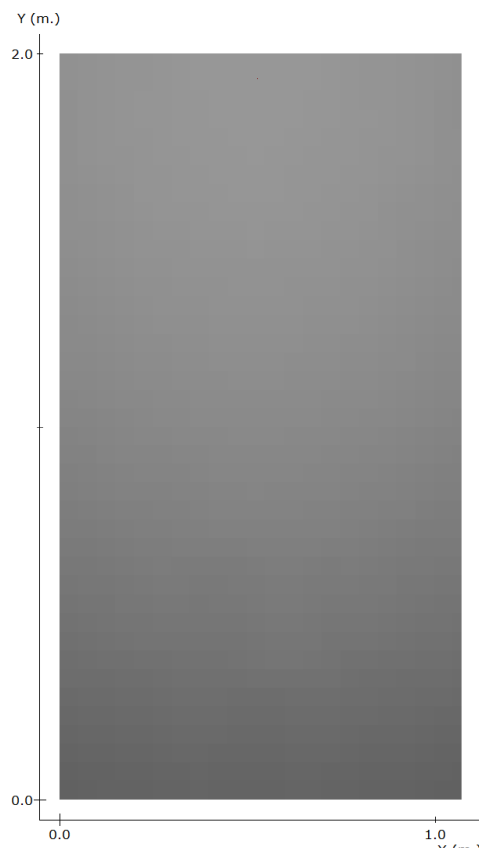
Situación de las Luminarias

<u>Nº</u>	<u>Referencia</u> ²	<u>Fabricante</u>	<u>Coordenadas</u>					<u>Rót.</u>
			x	y (m.)	h	γ	α (°)	β
1	NOVA N1	Daisalux	0.53	1.93	2.20	0	0	0

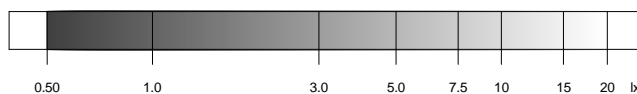
¹ DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

² Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Gráfico de tramas del plano a 0.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

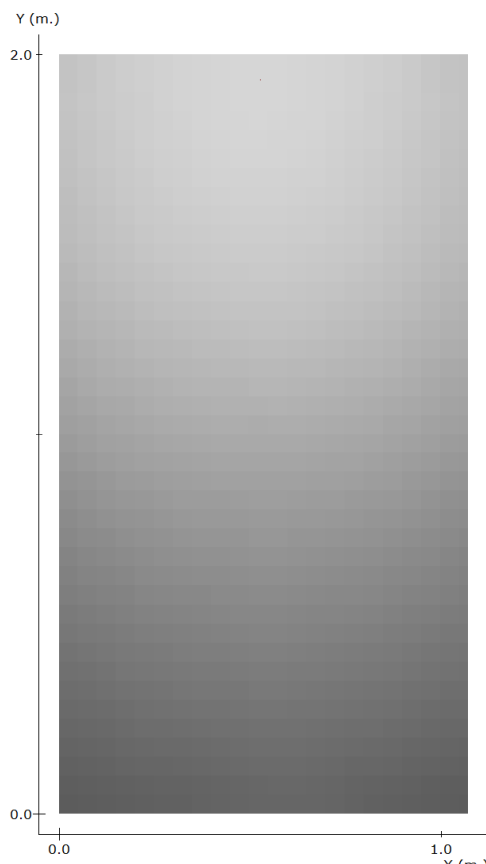
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	2.9 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	100.0 % de 2.2 m ²
Lúmenes / m ² :	----	31.8 lm/m ²
Iluminación media:	----	1.93 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

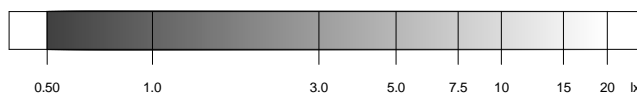
Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Gráfico de tramas del plano a 1.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

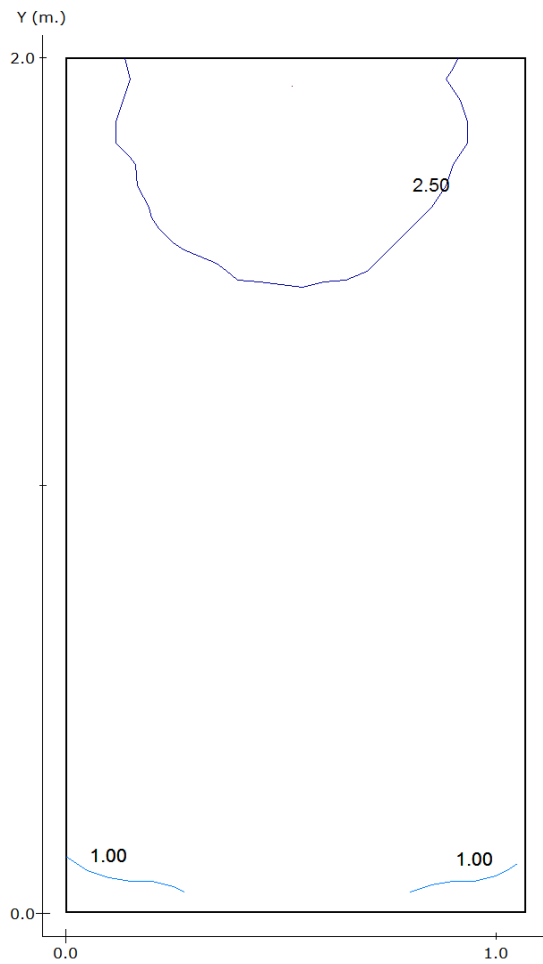
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	10.5 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	100.0 % de 2.2 m ²
Lúmenes / m ² :	----	31.8 lm/m ²
Iluminación media:	----	4.17 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Curvas isolux en el plano a 0.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

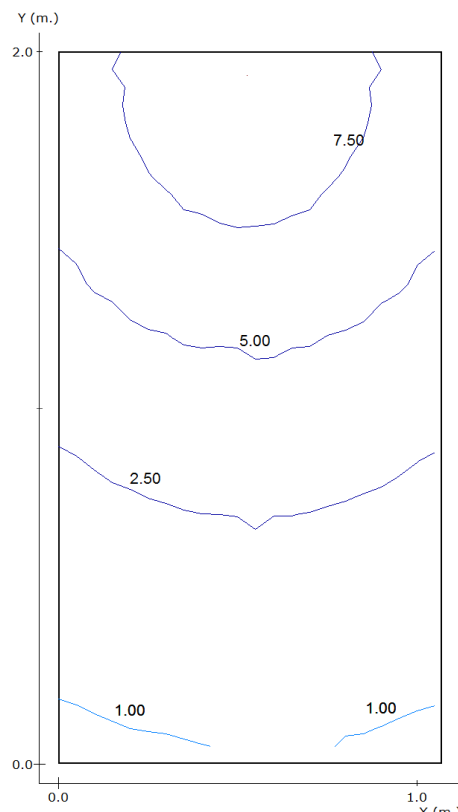
Resolución del Cálculo: 0.05 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Curvas isolux en el plano a 1.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

RESULTADO DEL ALUMBRADO ANTIPÁNICO EN EL VOLUMEN DE 0.00 m. a 1.00 m.

<u>Objetivos</u>		<u>Resultados</u>
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	100.0 % de 2.2 m ²
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	10.5 mx/mn
Lúmenes / m ² :	----	31.8 lm/m ²

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Lista de productos usados en el plano

Nota³

Cantidad	Referencia ⁴	Fabricante	Precio (€)
1	NOVA N1	Daisalux	34.79
Precio Total :			34.79

³ DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

⁴ Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Anexo: Cálculo de iluminación de emergencia con Daisa.

Proyectista: Aritz Azparren Diaz

Pasillo Segundo Piso

Información adicional

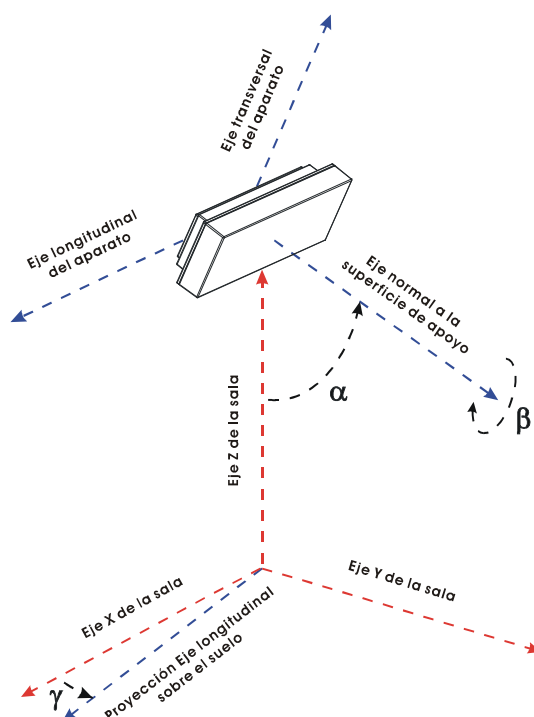
- Aclaración sobre los datos calculados
- Definición de ejes y ángulos

Aclaración sobre los datos calculados

Siguiendo las normativas referentes a la instalación de emergencia (entre ellas el Código Técnico de la Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos. De esta forma, el programa DAISA efectúa un cálculo de mínimos. Asegura que el nivel de iluminación recibido sobre el suelo es siempre, igual o superior al calculado.

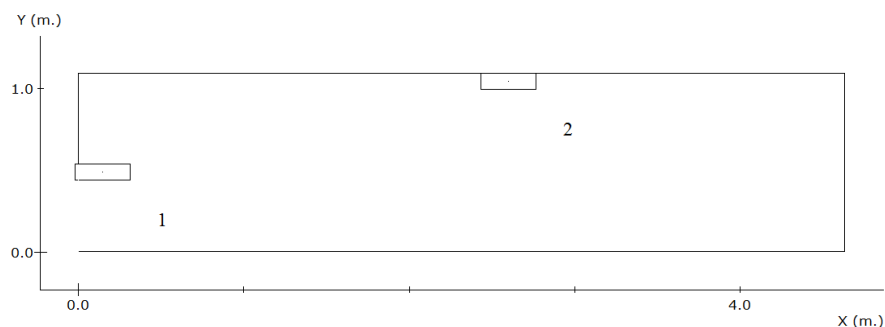
No es correcto utilizar este programa para efectuar informes con referencias que no estén introducidas en los catálogos Daisalux. En ningún caso se pueden extrapolar resultados a otras referencias de otros fabricantes por similitud en lúmenes declarados. Los mismos lúmenes emitidos por luminarias de distinto tipo pueden producir resultados de iluminación absolutamente distintos. La validez de los datos se basa de forma fundamental en los datos técnicos asociados a cada referencia: los lúmenes emitidos y la distribución de la emisión de cada tipo de aparato.

Definición de ejes y ángulos



- γ :** Ángulo que forman la proyección del eje longitudinal del aparato sobre el plano del suelo y el eje X del plano (Positivo en sentido contrario a las agujas del reloj cuando miramos desde el techo). El valor 0 del ángulo es cuando el eje longitudinal de la luminaria es paralelo al eje X de la sala.
- α :** Ángulo que forma el eje normal a la superficie de fijación del aparato con el eje Z de la sala. (Un valor 90 es colocación en pared y 0 colocación en techo).
- β :** Autogiro del aparato sobre el eje normal a su superficie de amarre.

Plano de situación de Productos



Nota¹

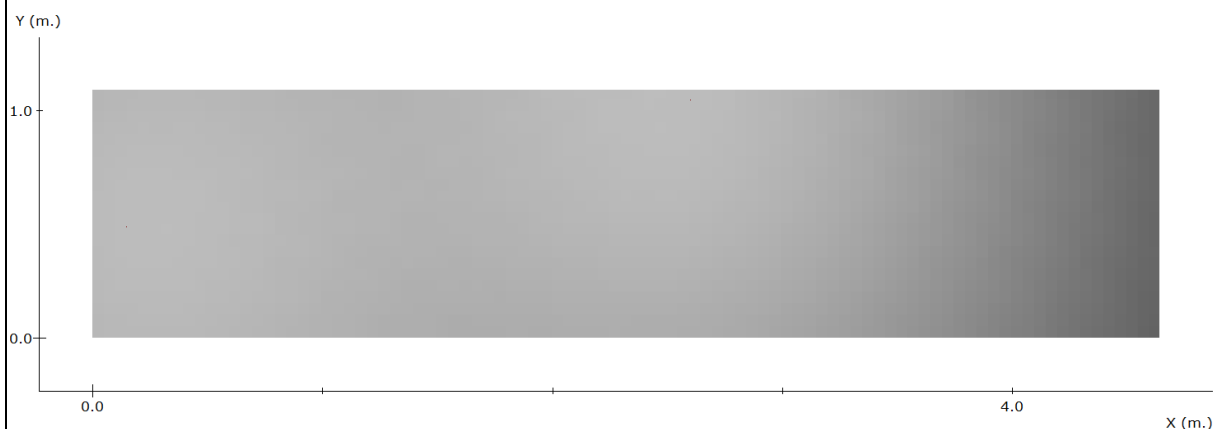
Situación de las Luminarias

Nº	<u>Referencia</u> ²	<u>Fabricante</u>	<u>Coordenadas</u>					<u>Rót.</u>
			x	y (m.)	h	γ	α (°)	β
1	HYDRA N2	Daisalux	0.15	0.49	2.00	0	0	0
2	HYDRA N2	Daisalux	2.60	1.04	2.00	0	0	0

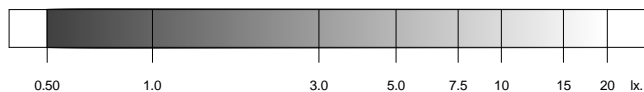
¹ DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

² Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Gráfico de tramas del plano a 0.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

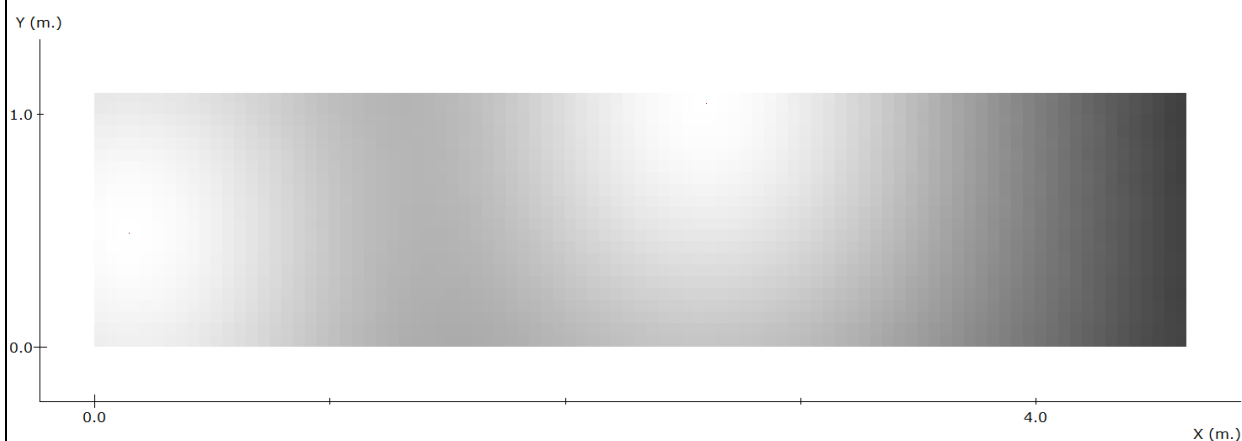
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	5.4 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	100.0 % de 4.9 m ²
Lúmenes / m ² :	----	38.9 lm/m ²
Iluminación media:	----	4.06 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

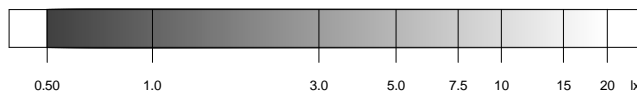
Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Gráfico de tramas del plano a 1.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

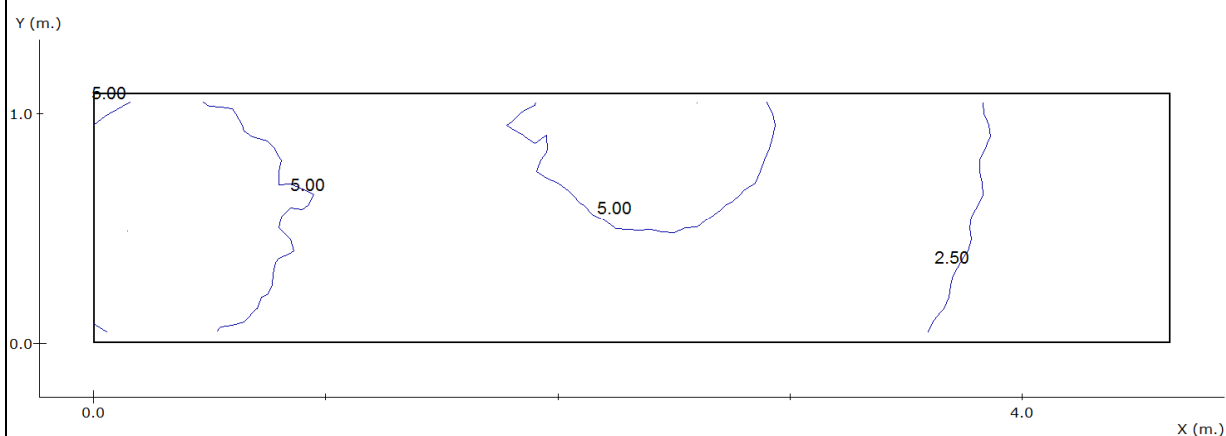
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	37.6 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	100.0 % de 4.9 m ²
Lúmenes / m ² :	----	38.9 lm/m ²
Iluminación media:	----	7.86 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Curvas isolux en el plano a 0.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

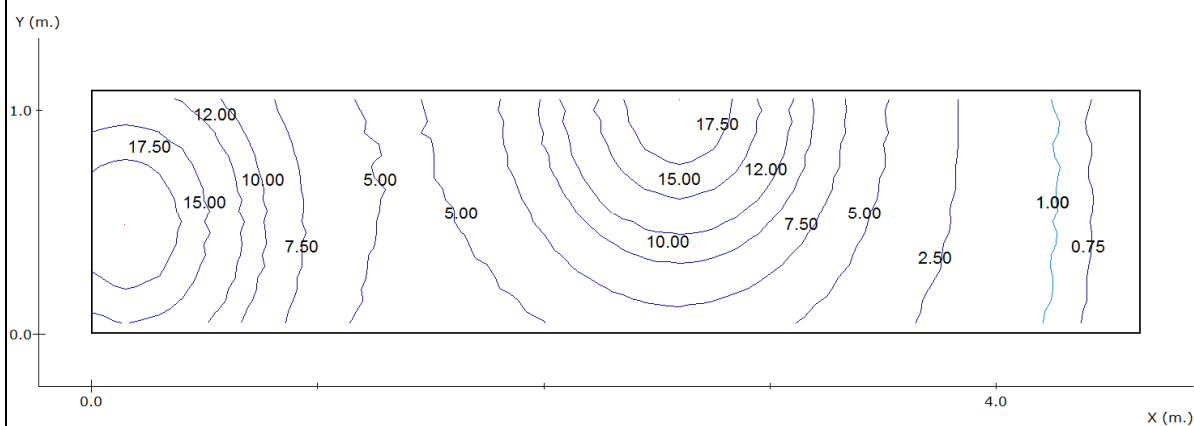
Resolución del Cálculo: 0.05 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Curvas isolux en el plano a 1.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

RESULTADO DEL ALUMBRADO ANTIPÁNICO EN EL VOLUMEN DE 0.00 m. a 1.00 m.

<u>Objetivos</u>		<u>Resultados</u>
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	100.0 % de 4.9 m ²
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	37.6 mx/mn
Lúmenes / m ² :	----	38.9 lm/m ²

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Lista de productos usados en el plano

Nota³

Cantidad	Referencia ⁴	Fabricante	Precio (€)
2	HYDRA N2	Daisalux	86.96
			<hr/>
Precio Total :			86.96

³ DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa
⁴ Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Anexo: Cálculo de iluminación de emergencia con Daisa.

Proyectista: Aritz Azparren Diaz

Limpieza Segundo Piso

Información adicional

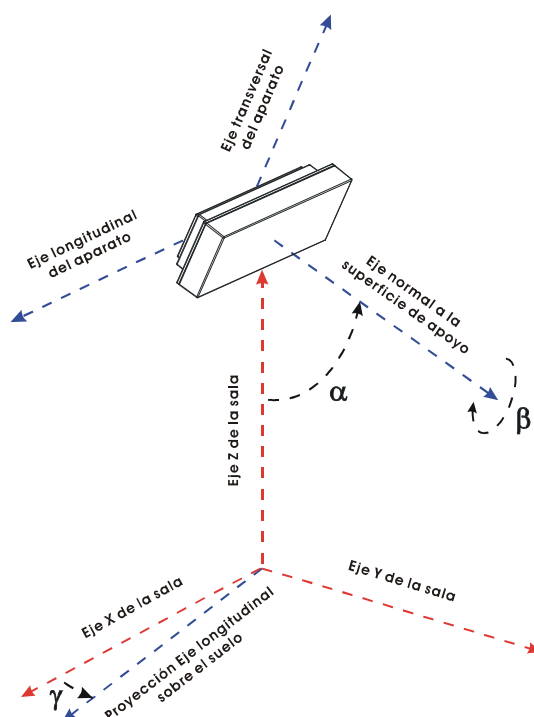
- Aclaración sobre los datos calculados
- Definición de ejes y ángulos

Aclaración sobre los datos calculados

Siguiendo las normativas referentes a la instalación de emergencia (entre ellas el Código Técnico de la Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos. De esta forma, el programa DAISA efectúa un cálculo de mínimos. Asegura que el nivel de iluminación recibido sobre el suelo es siempre, igual o superior al calculado.

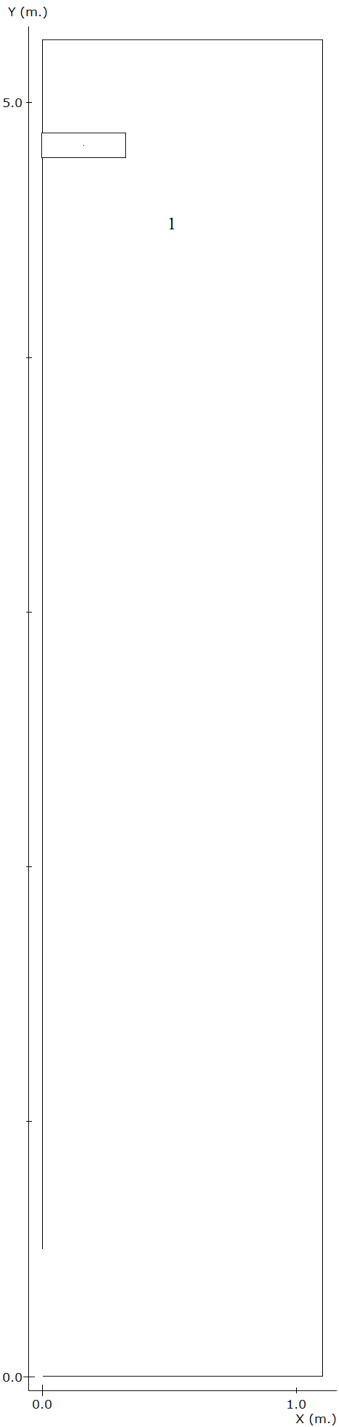
No es correcto utilizar este programa para efectuar informes con referencias que no estén introducidas en los catálogos Daisalux. En ningún caso se pueden extrapolar resultados a otras referencias de otros fabricantes por similitud en lúmenes declarados. Los mismos lúmenes emitidos por luminarias de distinto tipo pueden producir resultados de iluminación absolutamente distintos. La validez de los datos se basa de forma fundamental en los datos técnicos asociados a cada referencia: los lúmenes emitidos y la distribución de la emisión de cada tipo de aparato.

Definición de ejes y ángulos



- γ :** Ángulo que forman la proyección del eje longitudinal del aparato sobre el plano del suelo y el eje X del plano (Positivo en sentido contrario a las agujas del reloj cuando miramos desde el techo). El valor 0 del ángulo es cuando el eje longitudinal de la luminaria es paralelo al eje X de la sala.
- α :** Ángulo que forma el eje normal a la superficie de fijación del aparato con el eje Z de la sala. (Un valor 90 es colocación en pared y 0 colocación en techo).
- β :** Autogiro del aparato sobre el eje normal a su superficie de amarre.

Plano de situación de Productos



Nota¹

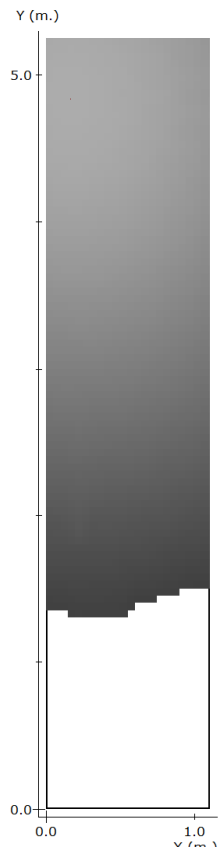
Situación de las Luminarias

<u>Nº</u>	<u>Referencia</u> ²	<u>Fabricante</u>	<u>Coordenadas</u>					<u>Rót.</u>
			<u>x</u>	<u>y</u> (m.)	<u>h</u>	<u>γ</u>	<u>α</u> (°)	
1	HYDRA N2	Daisalux	0.16	4.83	2.20	0	0	0

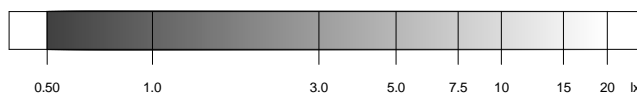
¹ DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

² Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Gráfico de tramas del plano a 0.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

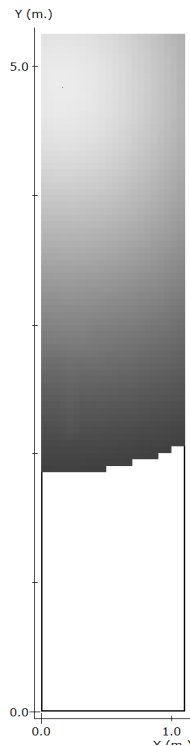
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	8.1 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	73.7 % de 6.0 m ²
Lúmenes / m ² :	----	15.7 lm/m ²
Iluminación media:	----	1.64 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

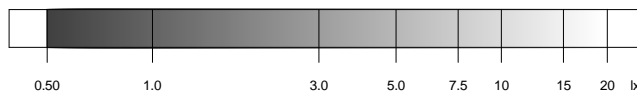
Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Gráfico de tramas del plano a 1.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

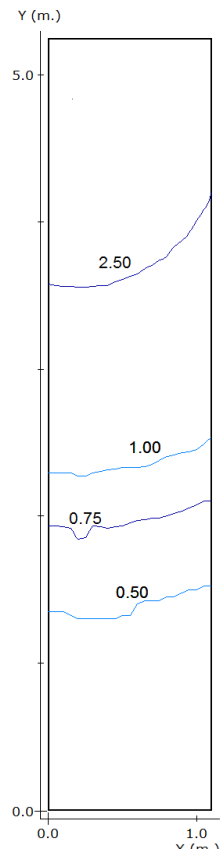
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	27.2 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	63.7 % de 6.0 m ²
Lúmenes / m ² :	----	15.7 lm/m ²
Iluminación media:	----	3.07 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Curvas isolux en el plano a 0.00 m.



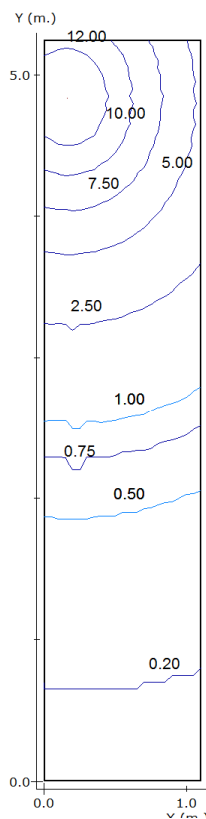
Factor de Mantenimiento: 1.000
Resolución del Cálculo: 0.05 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Curvas isolux en el plano a 1.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

RESULTADO DEL ALUMBRADO ANTIPÁNICO EN EL VOLUMEN DE 0.00 m. a 1.00 m.

<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Superficie cubierta: con 0.50 lx. o más	63.7 % de 6.0 m ²
Uniformidad: 40.0 mx/mn.	27.2 mx/mn
Lúmenes / m ² : ----	15.7 lm/m ²

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Lista de productos usados en el plano

Nota³

Cantidad	Referencia ⁴	Fabricante	Precio (€)
1	HYDRA N2	Daisalux	43.48
Precio Total :			43.48

³ DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa
⁴ Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Anexo: Cálculo de iluminación de emergencia con Daisa.

Proyectista: Aritz Azparren Diaz

Centro de Transformación

Información adicional

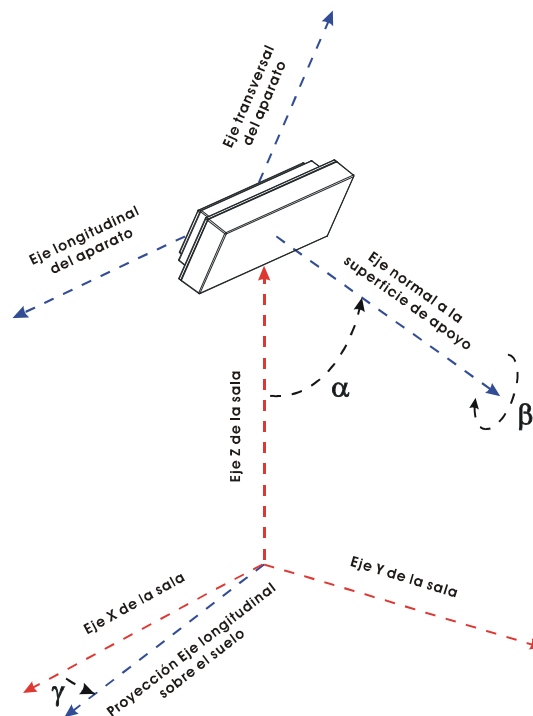
- Aclaración sobre los datos calculados
- Definición de ejes y ángulos

Aclaración sobre los datos calculados

Siguiendo las normativas referentes a la instalación de emergencia (entre ellas el Código Técnico de la Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos. De esta forma, el programa DAISA efectúa un cálculo de mínimos. Asegura que el nivel de iluminación recibido sobre el suelo es siempre, igual o superior al calculado.

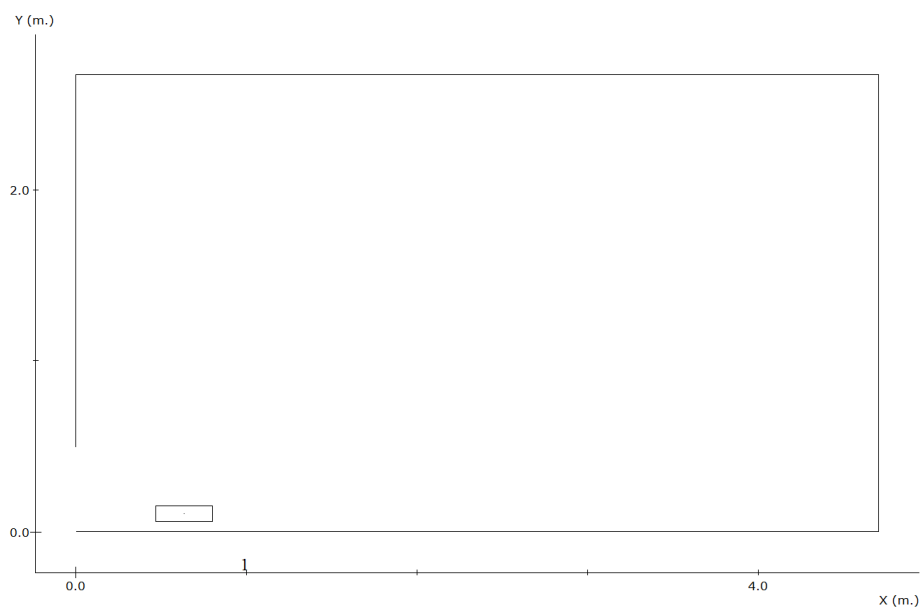
No es correcto utilizar este programa para efectuar informes con referencias que no estén introducidas en los catálogos Daisalux. En ningún caso se pueden extrapolar resultados a otras referencias de otros fabricantes por similitud en lúmenes declarados. Los mismos lúmenes emitidos por luminarias de distinto tipo pueden producir resultados de iluminación absolutamente distintos. La validez de los datos se basa de forma fundamental en los datos técnicos asociados a cada referencia: los lúmenes emitidos y la distribución de la emisión de cada tipo de aparato.

Definición de ejes y ángulos



- γ :** Ángulo que forman la proyección del eje longitudinal del aparato sobre el plano del suelo y el eje X del plano (Positivo en sentido contrario a las agujas del reloj cuando miramos desde el techo). El valor 0 del ángulo es cuando el eje longitudinal de la luminaria es paralelo al eje X de la sala.
- α :** Ángulo que forma el eje normal a la superficie de fijación del aparato con el eje Z de la sala. (Un valor 90 es colocación en pared y 0 colocación en techo).
- β :** Autogiro del aparato sobre el eje normal a su superficie de amarre.

Plano de situación de Productos



Nota¹

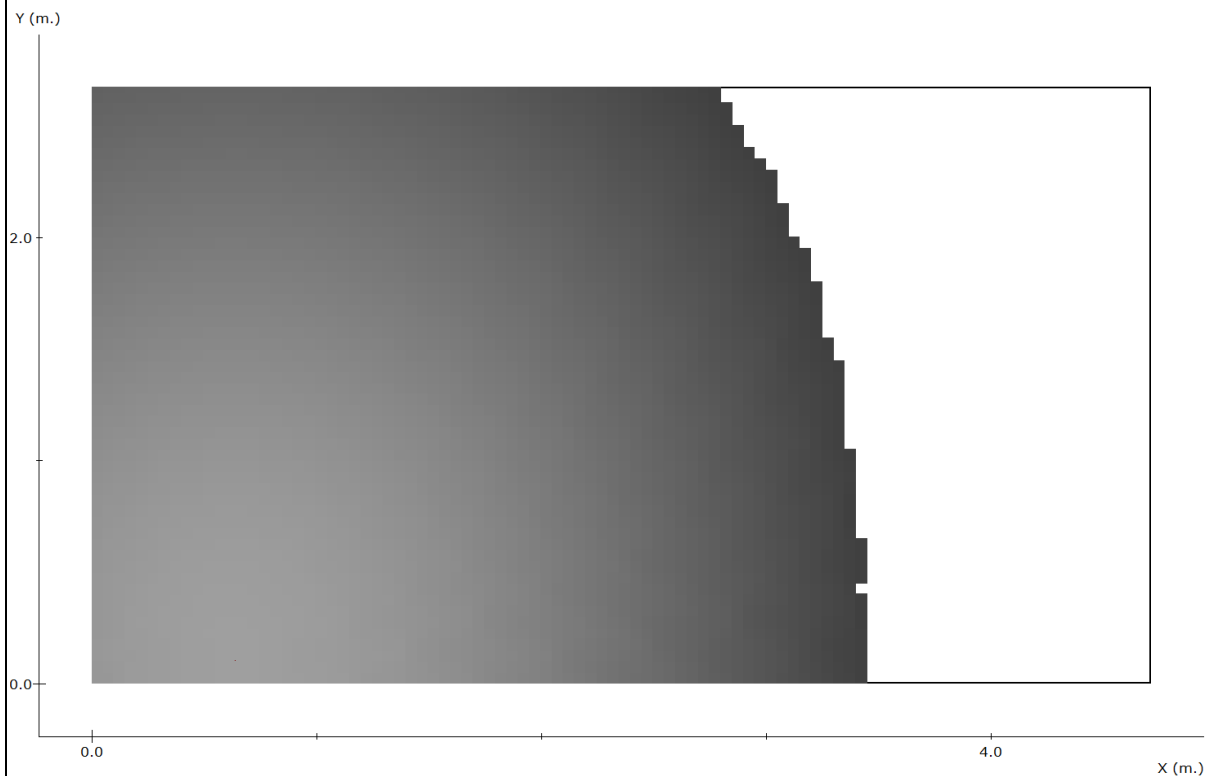
Situación de las Luminarias

<u>Nº</u>	<u>Referencia</u> ²	<u>Fabricante</u>	<u>Coordenadas</u>					<u>Rót.</u>
			<u>x</u>	<u>y</u> (m.)	<u>h</u>	<u>γ</u>	<u>α</u> (°)	
1	HYDRA N2	Daisalux	0.64	0.11	2.50	0	0	0

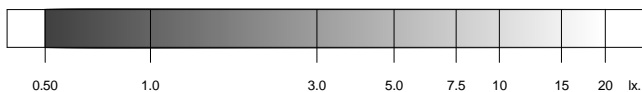
¹ DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

² Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Gráfico de tramas del plano a 0.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

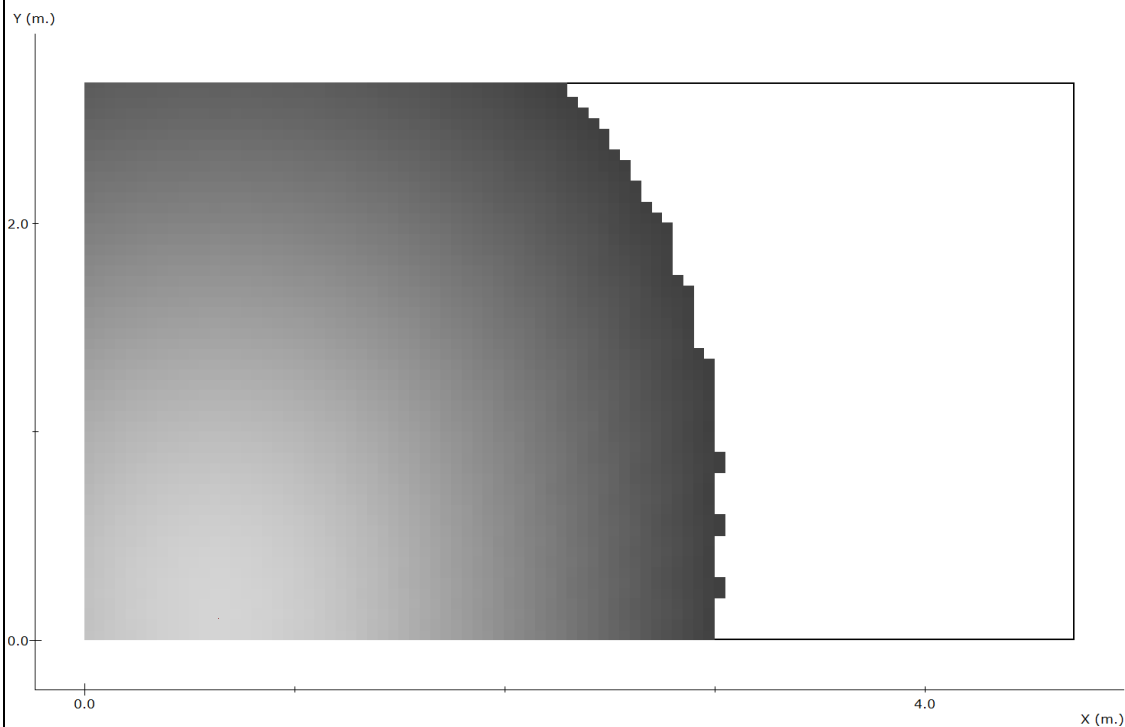
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	6.3 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	69.8 % de 12.6 m ²
Lúmenes / m ² :	----	7.5 lm/m ²
Iluminación media:	----	1.15 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

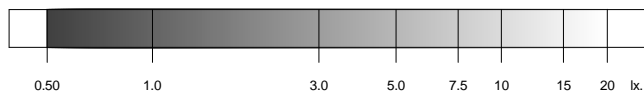
Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Gráfico de tramas del plano a 1.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000
Resolución del Cálculo: 0.05 m.

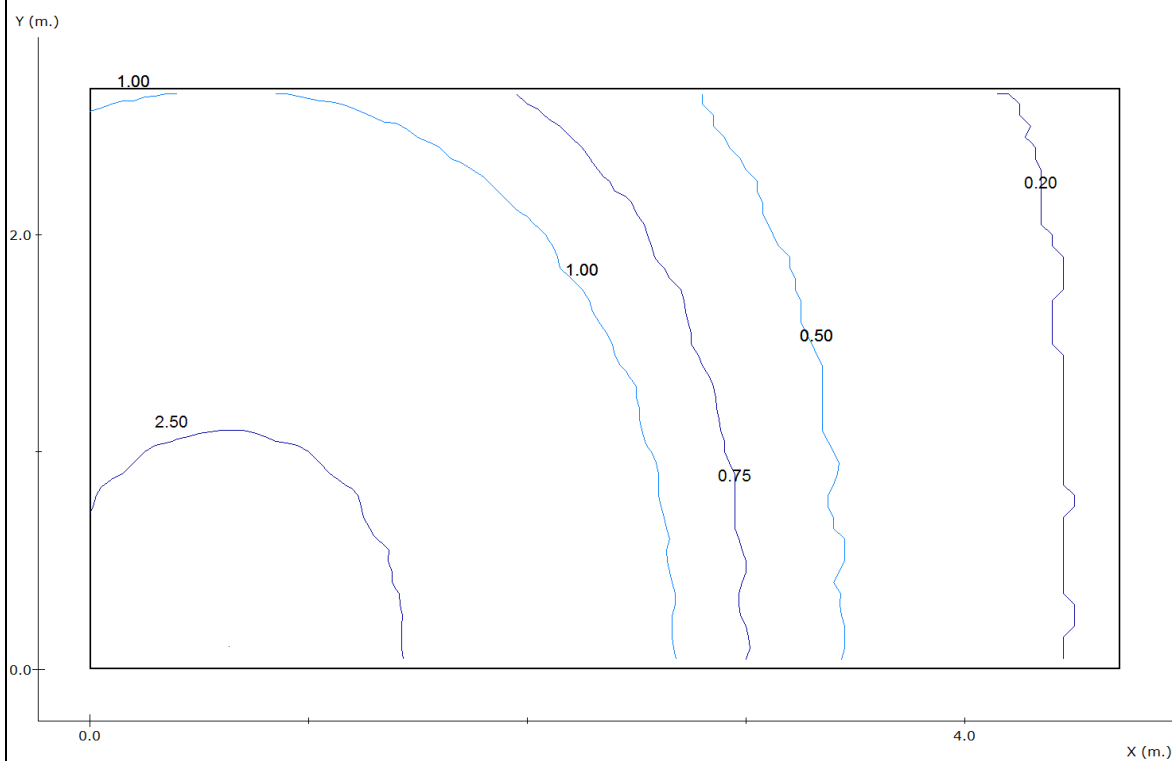
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	17.4 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	61.2 % de 12.6 m ²
Lúmenes / m ² :	----	7.5 lm/m ²
Iluminación media:	----	1.70 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Curvas isolux en el plano a 0.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

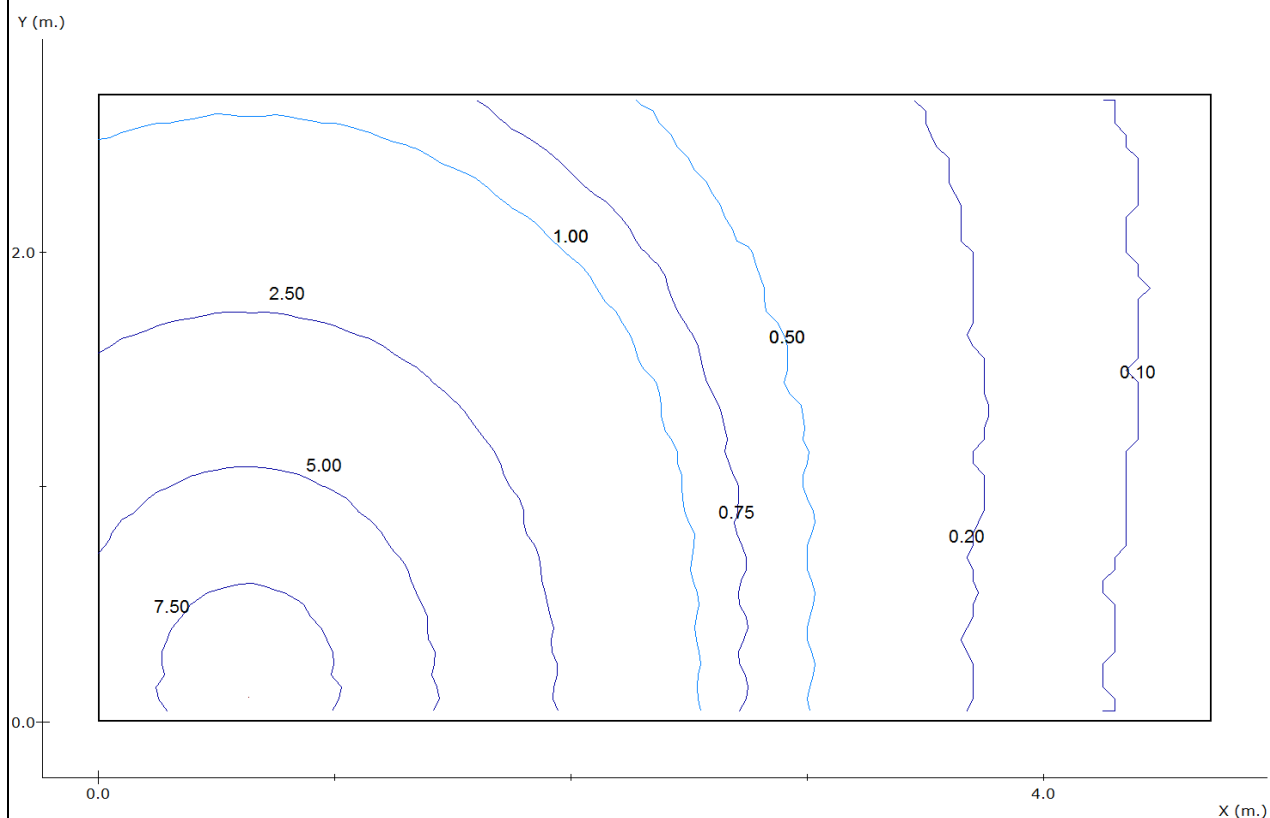
Resolución del Cálculo: 0.05 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Curvas isolux en el plano a 1.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

RESULTADO DEL ALUMBRADO ANTIPÁNICO EN EL VOLUMEN DE 0.00 m. a 1.00 m.

<u>Objetivos</u>		<u>Resultados</u>
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	61.2 % de 12.6 m ²
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	17.4 mx/mn
Lúmenes / m ² :	----	7.5 lm/m ²

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)

Lista de productos usados en el plano

Nota³

Cantidad	Referencia ⁴	Fabricante	Precio (€)
1	HYDRA N2	Daisalux	43.48
			<hr/>
Precio Total :			43.48

³ DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

⁴ Catálogo España y Portugal - 2011 Marzo (4.36.00)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL
EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN”

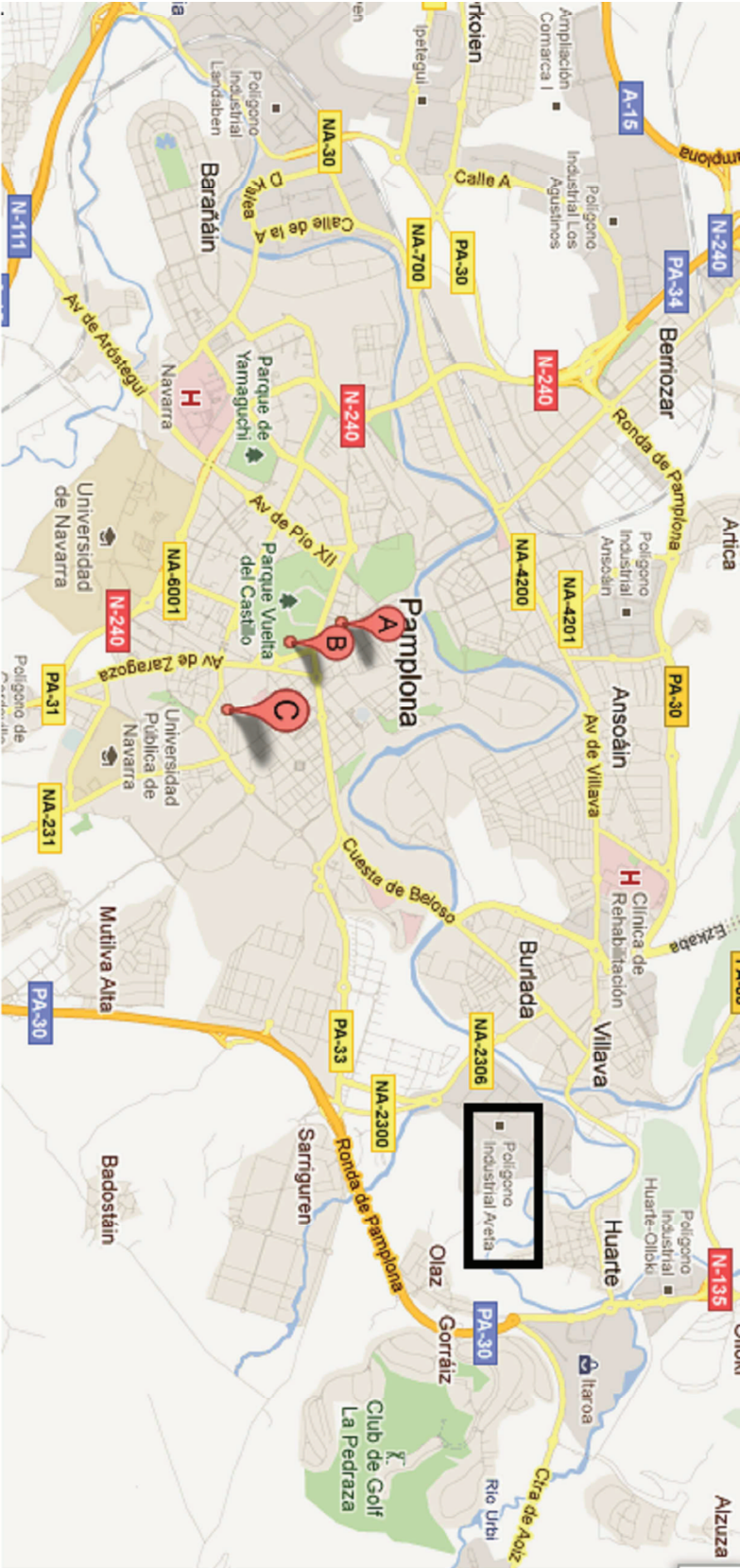
DOCUMENTO 3: PLANOS

Alumno: Aritz Azparren Díaz

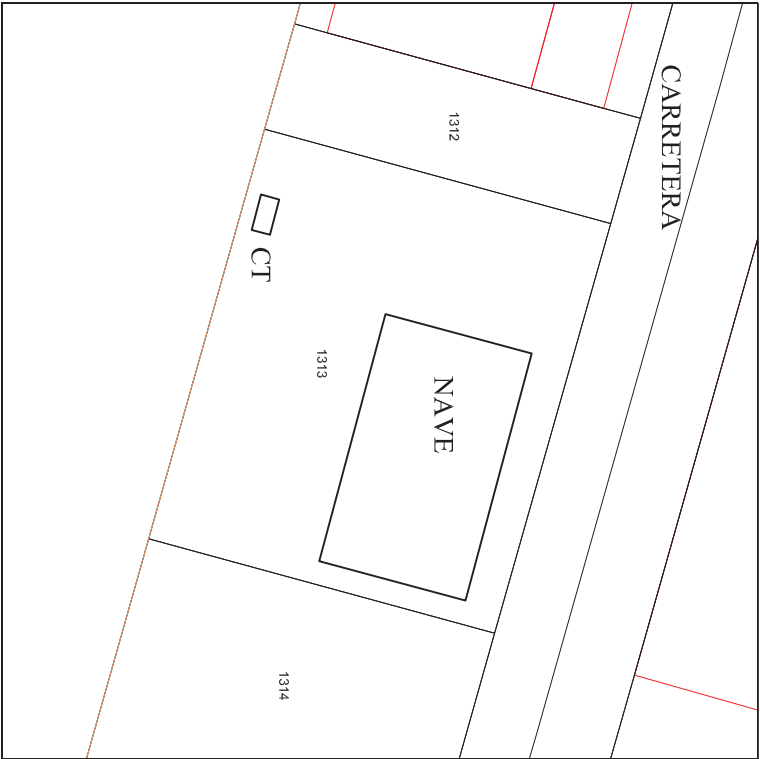
Tutor: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 17 de Febrero de 2012

EMPLAZAMIENTO




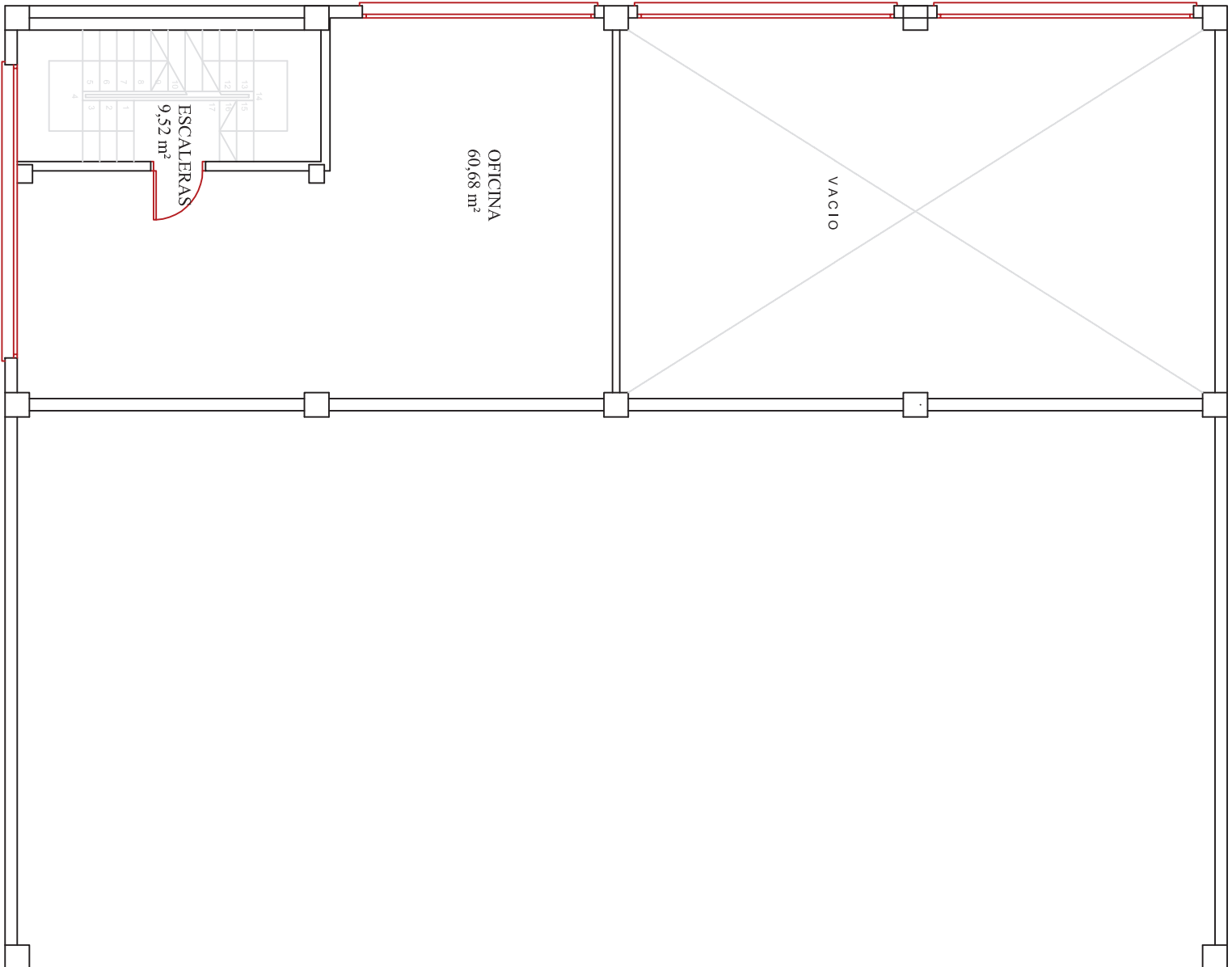
NAVE



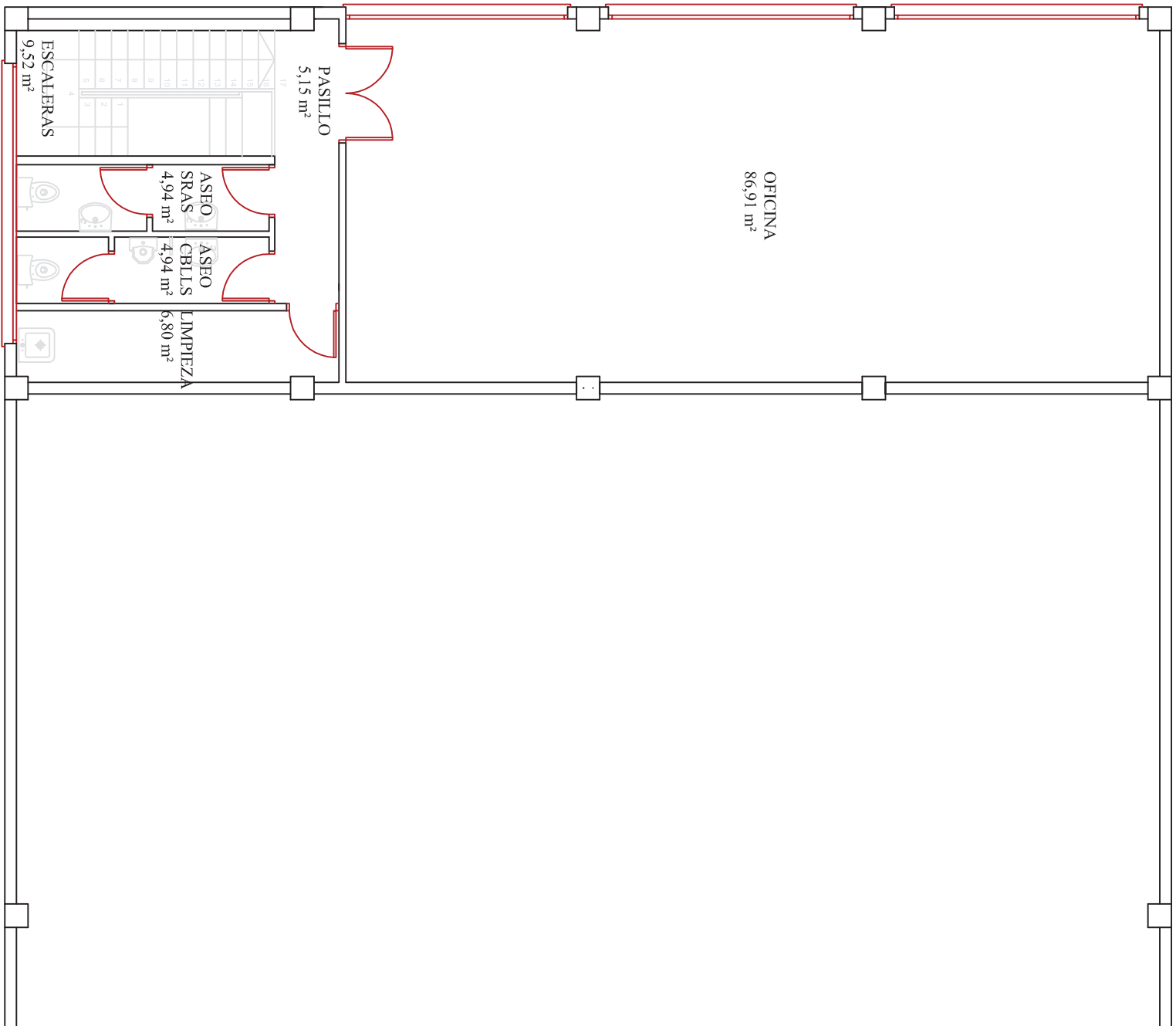
SITUACIÓN



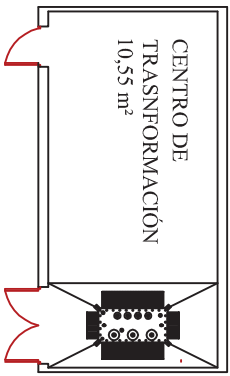
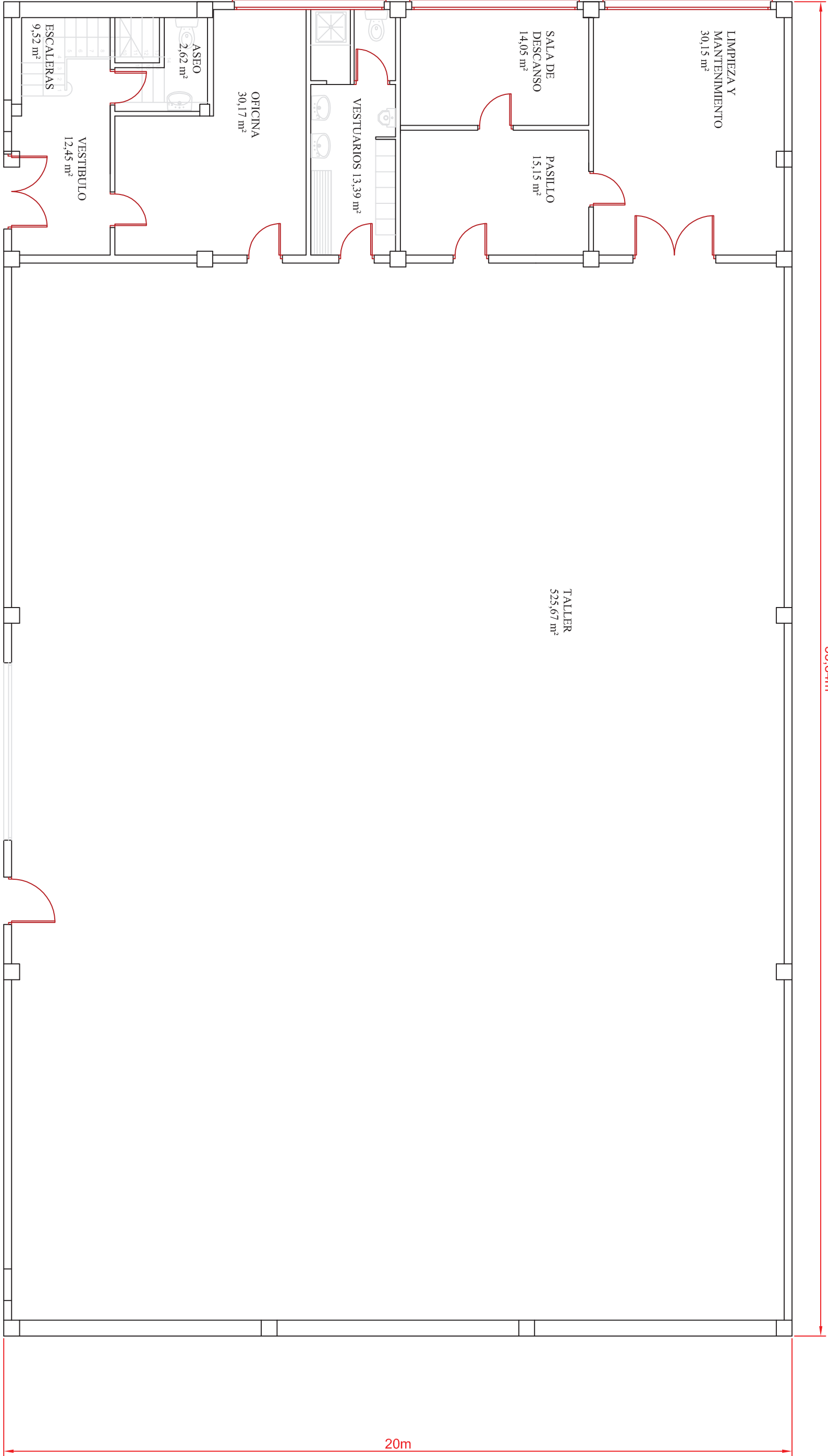
 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.		
PROYECTO:	REALIZADO: AZPARREN DÍAZ, ARTIZ		
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			
PLANO:	FIRMA:		
	FECHA: ESCALA: Nº PLANO:		
SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	17-02-2012	S/E	1




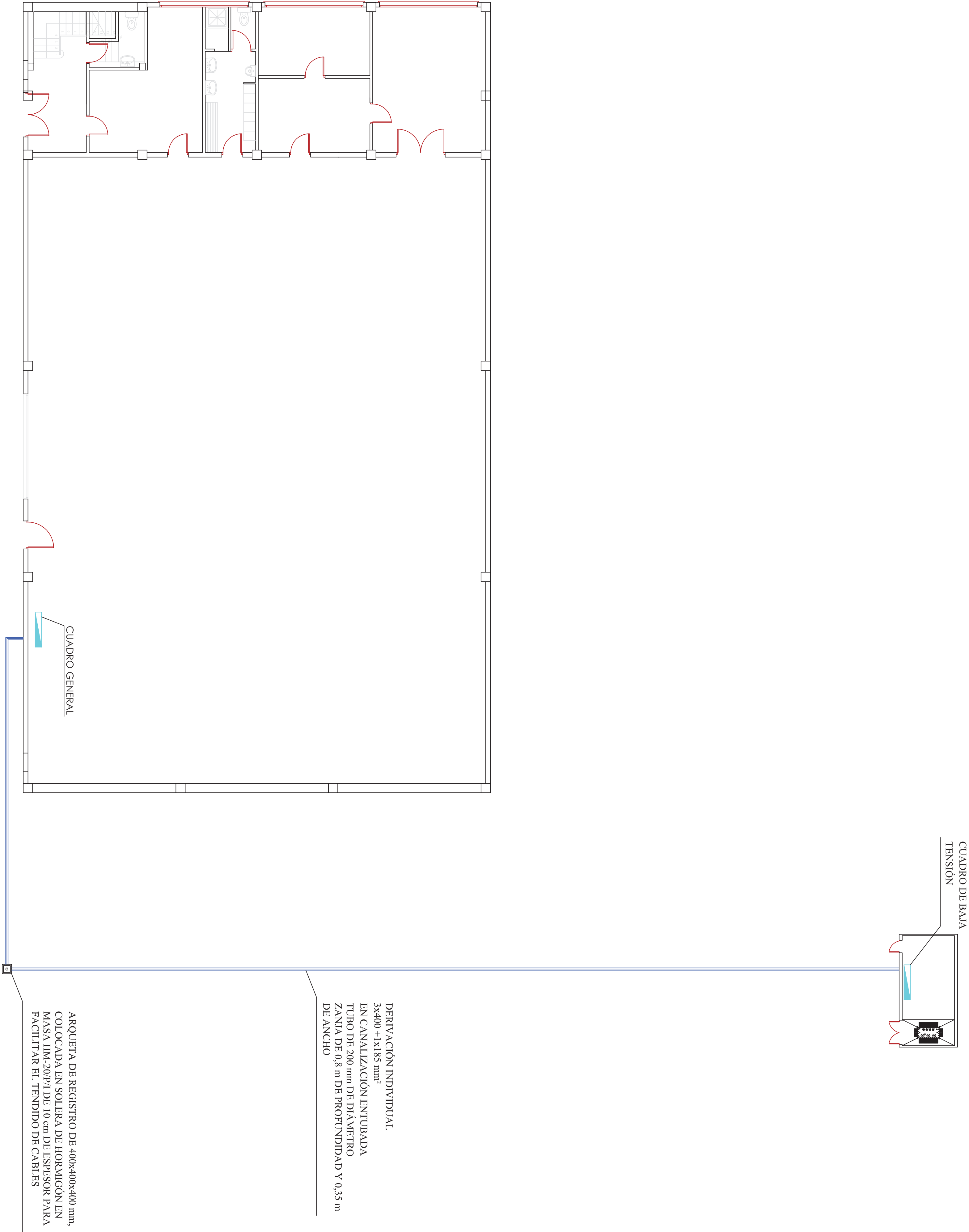
PLANTA PRIMERA




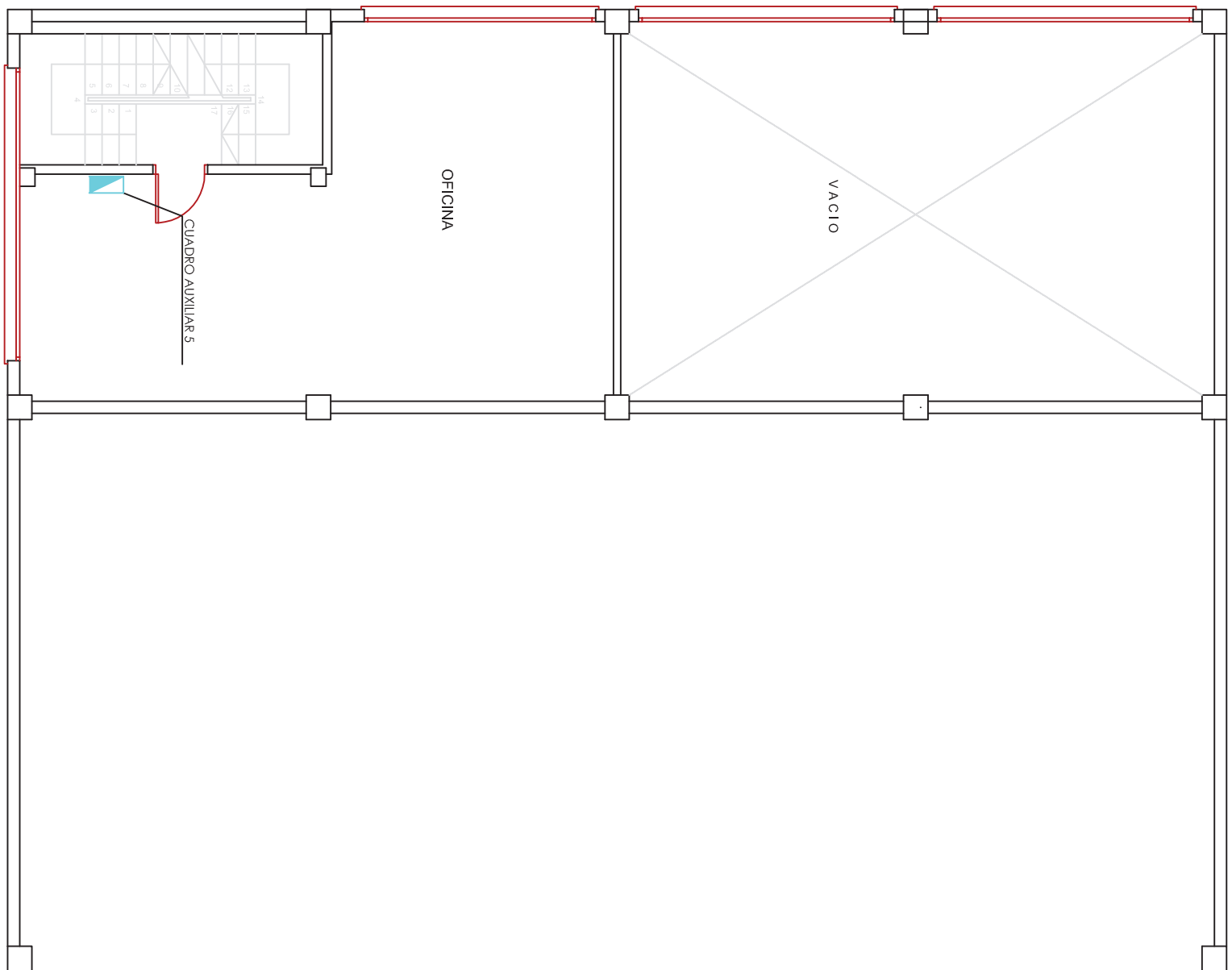
PLANTA SEGUNDA



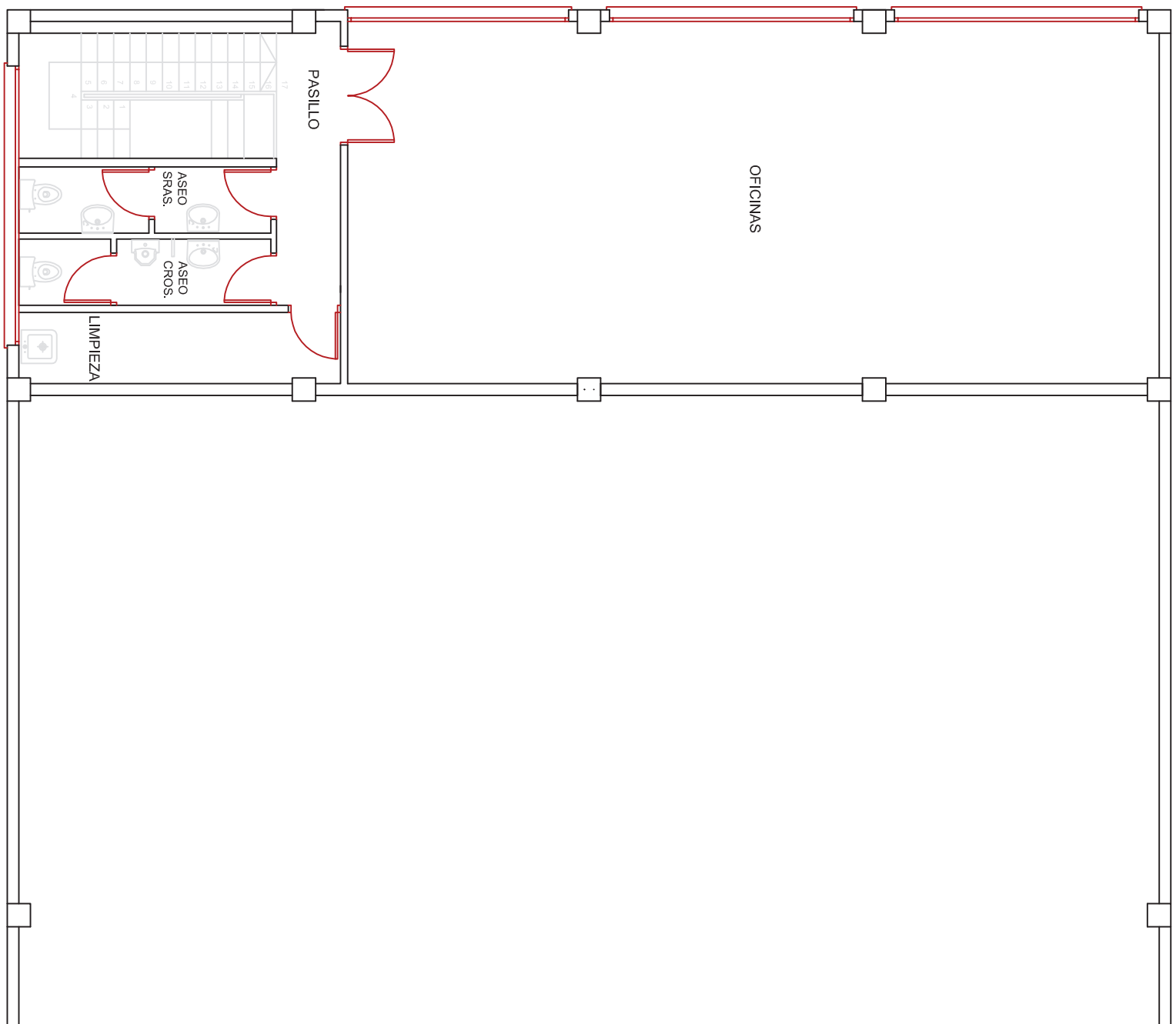
 Universidad Pública de Navarra <i>Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACION		REALIZADO: AZPARRÉN DÍAZ, Aritz
PLANO: SUPERFICIES DE LA NAVE		FIRMA: FECHA: 17-02-2012 ESCALA: 1:100 Nº PLANO: 2



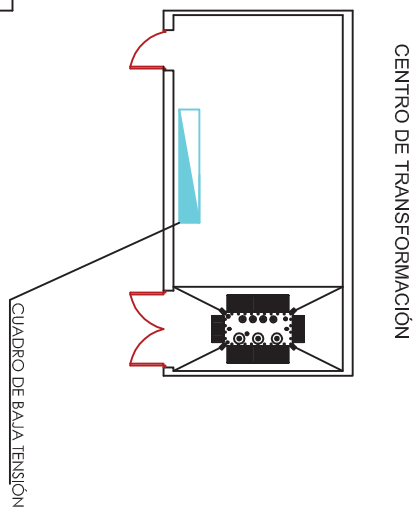
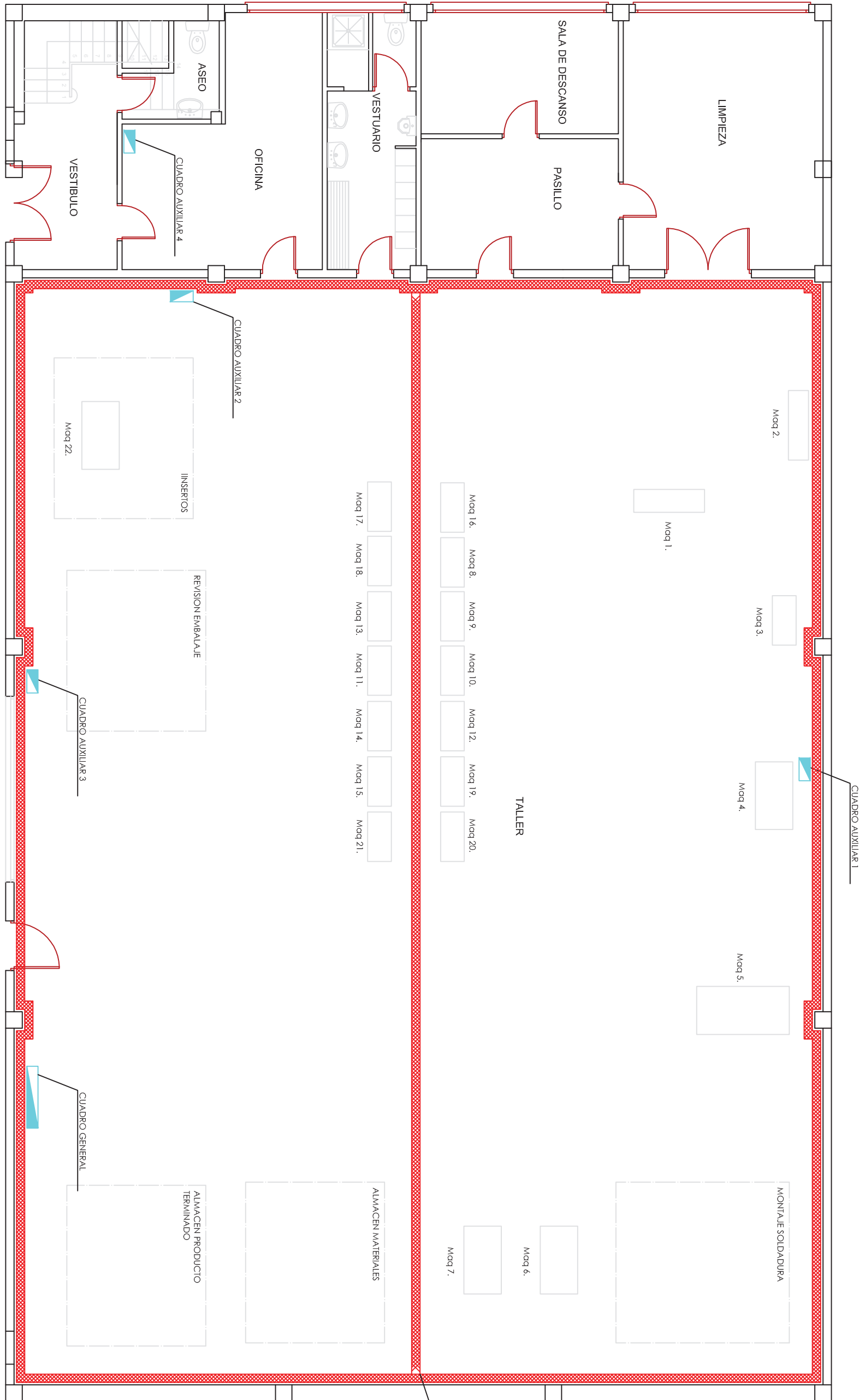
 Universidad Pública de Navarra <i>Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO:	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSION CON CENTRO DE TRANSFORMACION	
REALIZADO:	AZPARRÉN DÍAZ, Aritz	
FIRMA:		
PLANO:	FECHA:	ESCALA:
DERIVACIÓN INDIVIDUAL	17-02-2012	1:100
		Nº PLANO: 3




PLANTA PRIMERA

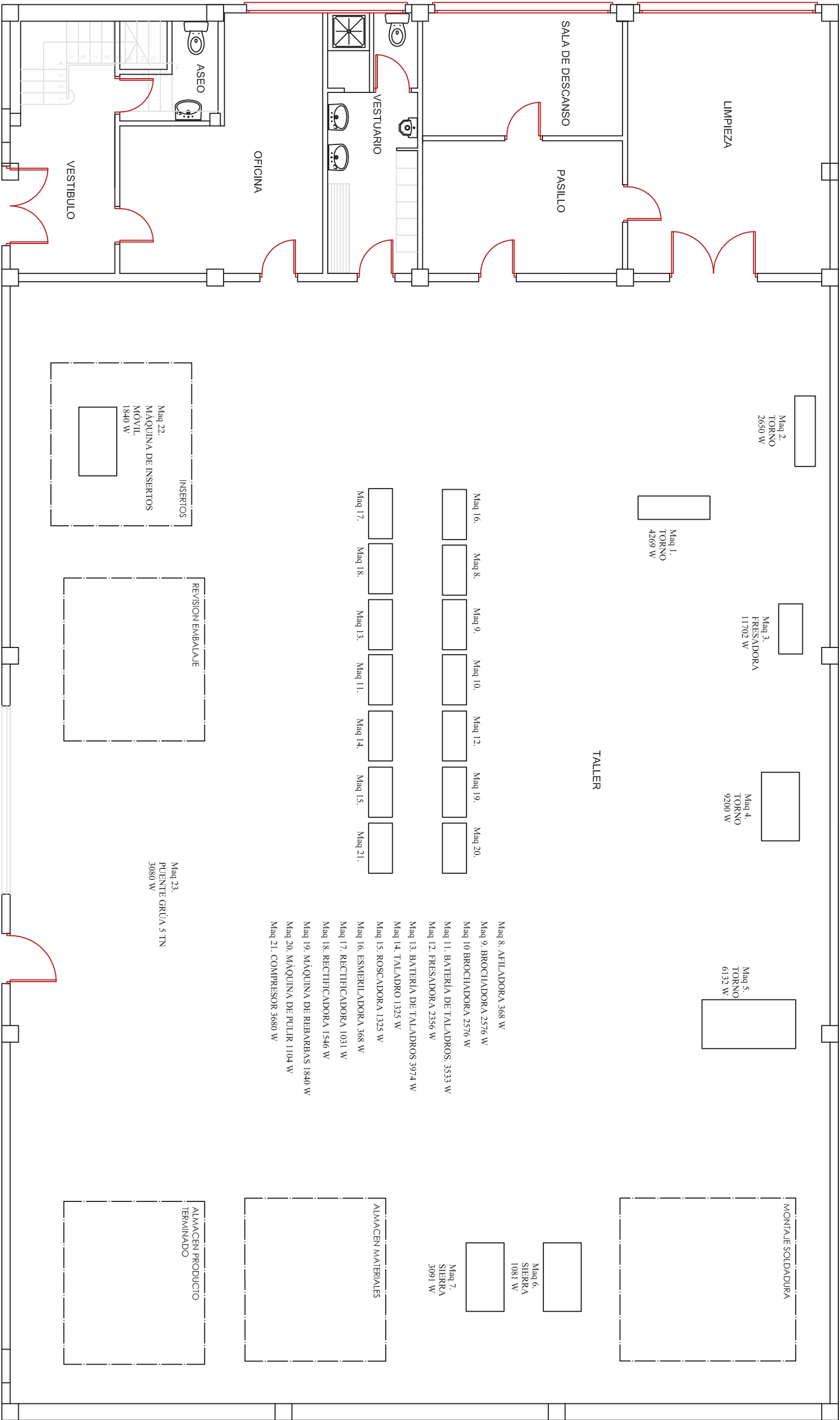



PLANTA SEGUNDA

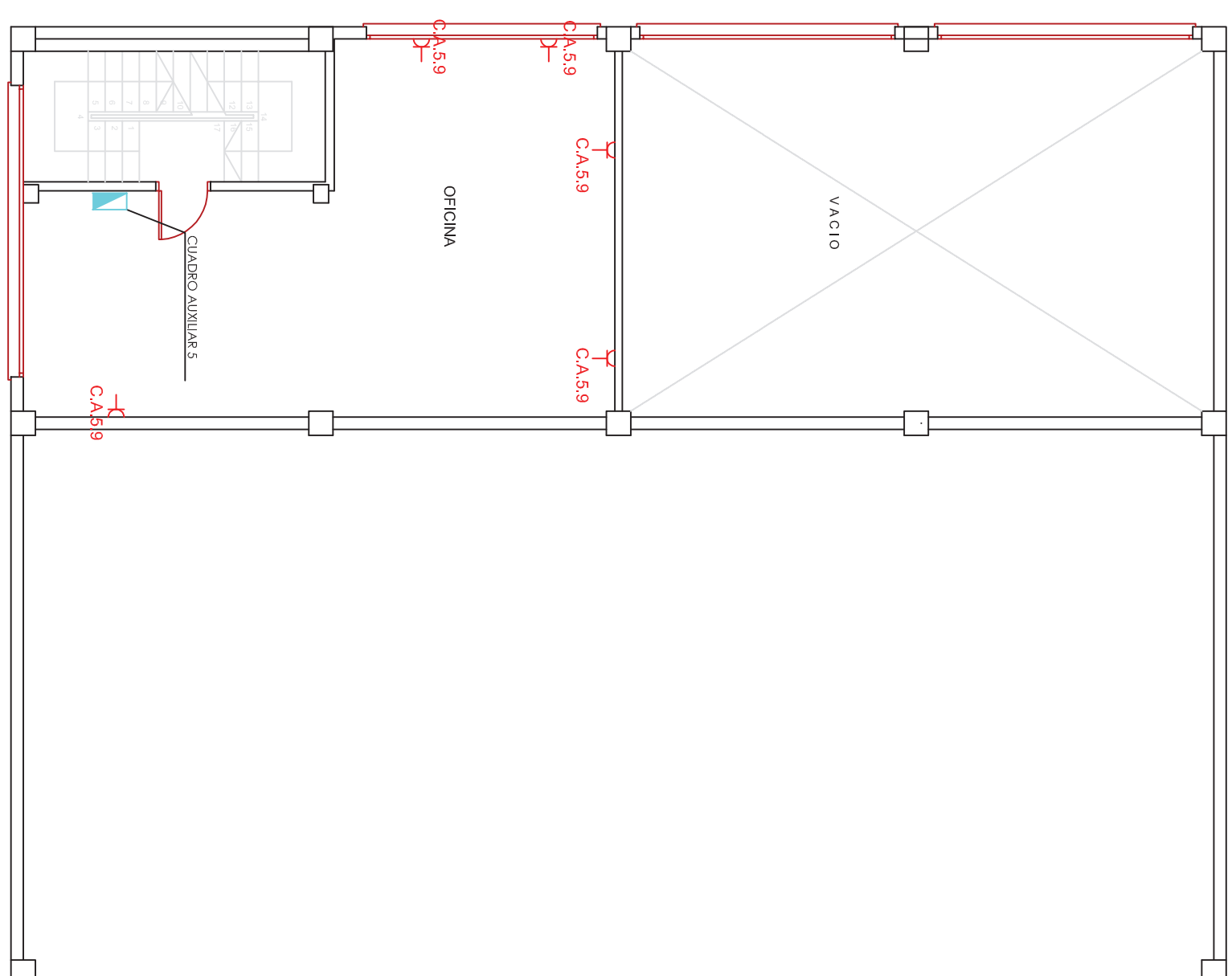


BANDEJA DE ACERO ELECTROSOLDADA
300 x 100 mm

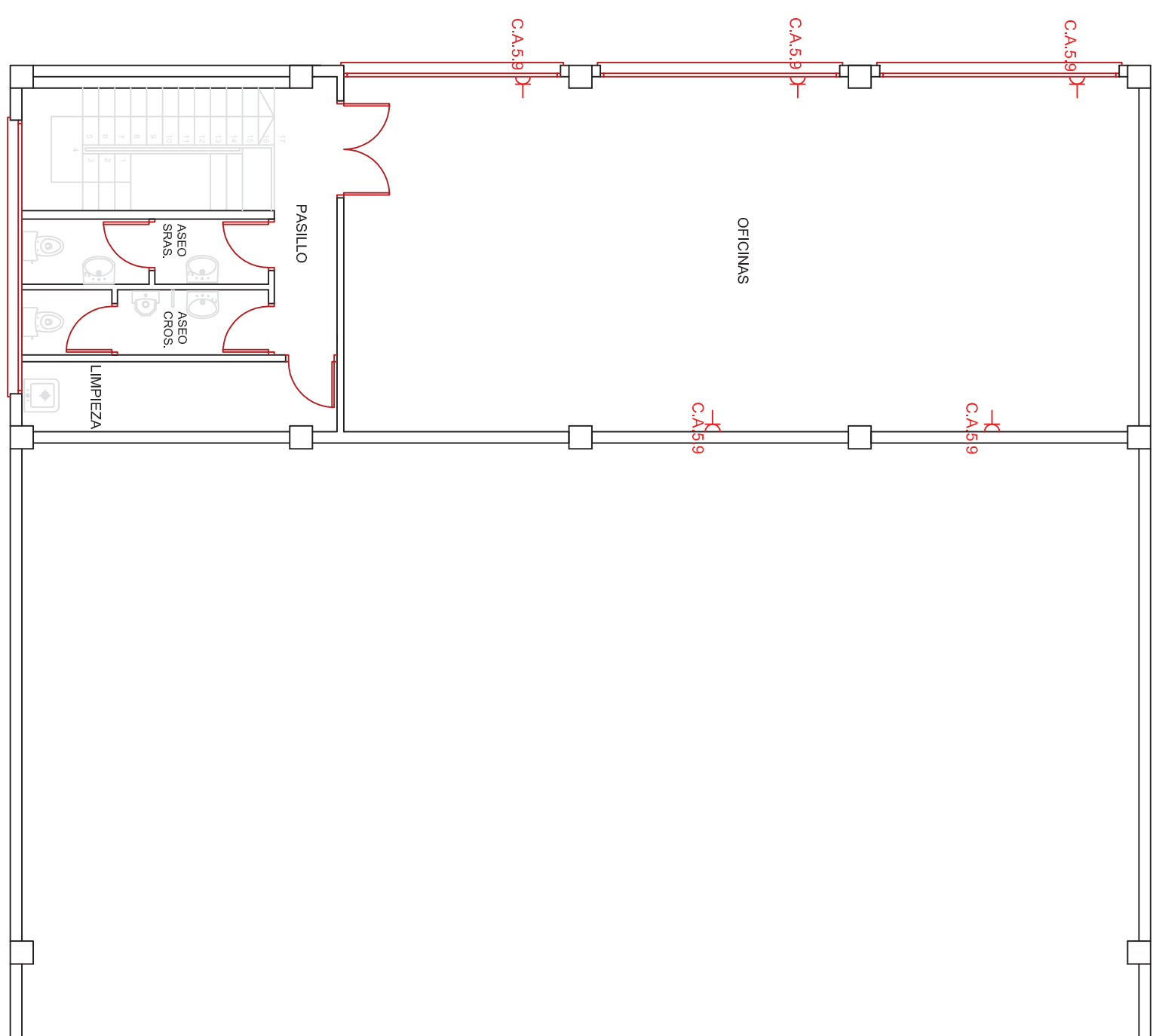
 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T.T.		DEPARTAMENTO:
	INGENIERO		DEPARTAMENTO DE
	TÉCNICO INDUSTRIAL E.		PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO:	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACION		REALIZADO:
			AZPARRÉN DÍAZ, Aritz
PLANO:	DISTRIBUCIÓN CUADROS BANDEJA		FIRMA:
	FECHA:	ESCALA:	IN PLANO:
	17-02-2012	1:100	4



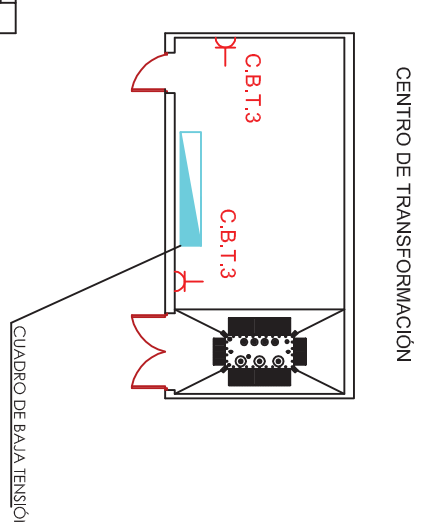
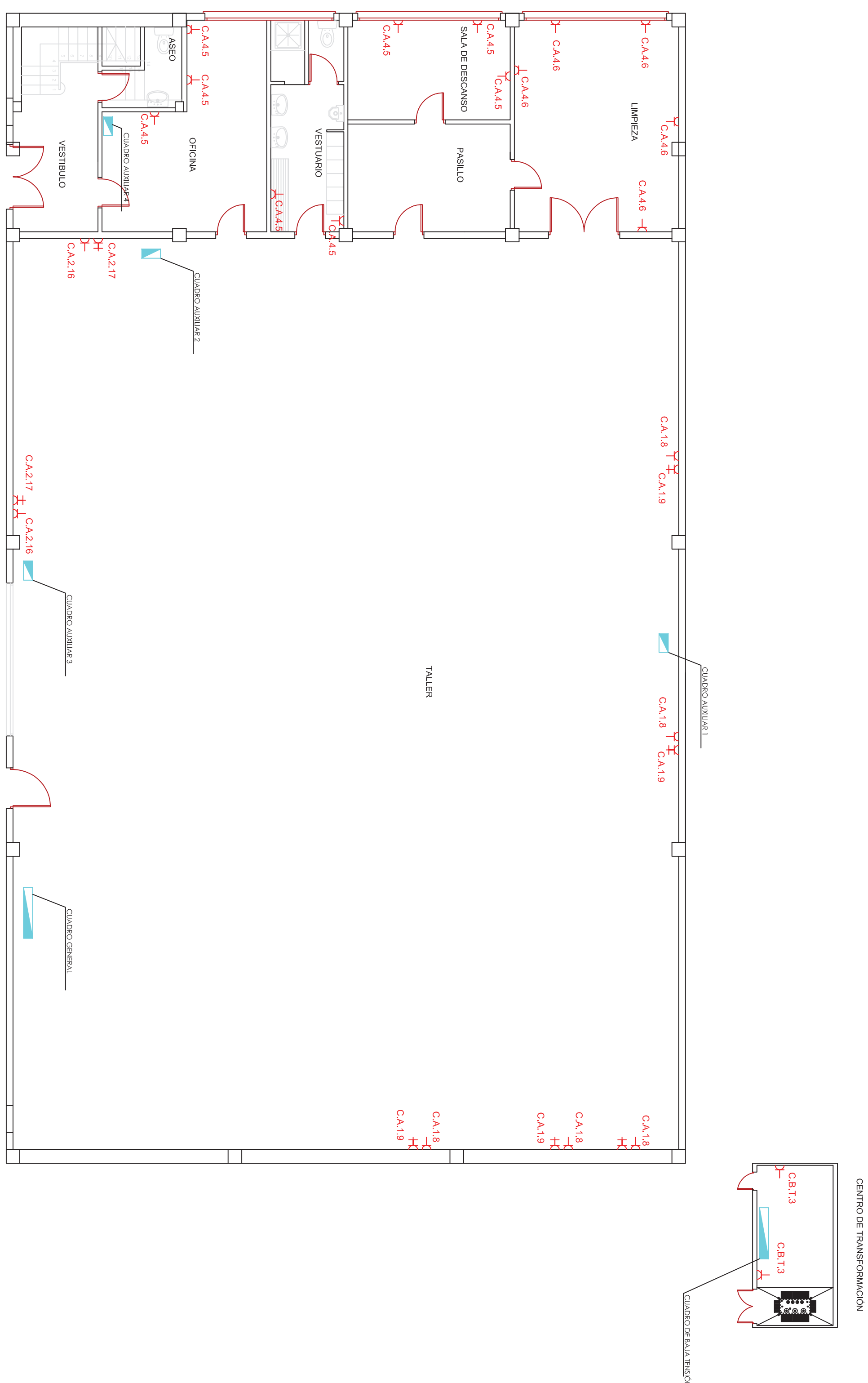
 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: AZPARREN DÍAZ, ARTZ
PLANO: DISTRIBUCIÓN DE LA MAQUINARIA		FIRMA:
FECHA: 17-02-2012		ESCALA: 1:100
		Nº PLANO: 5



PLANTA PRIMERA




PLANTA SEGUNDA

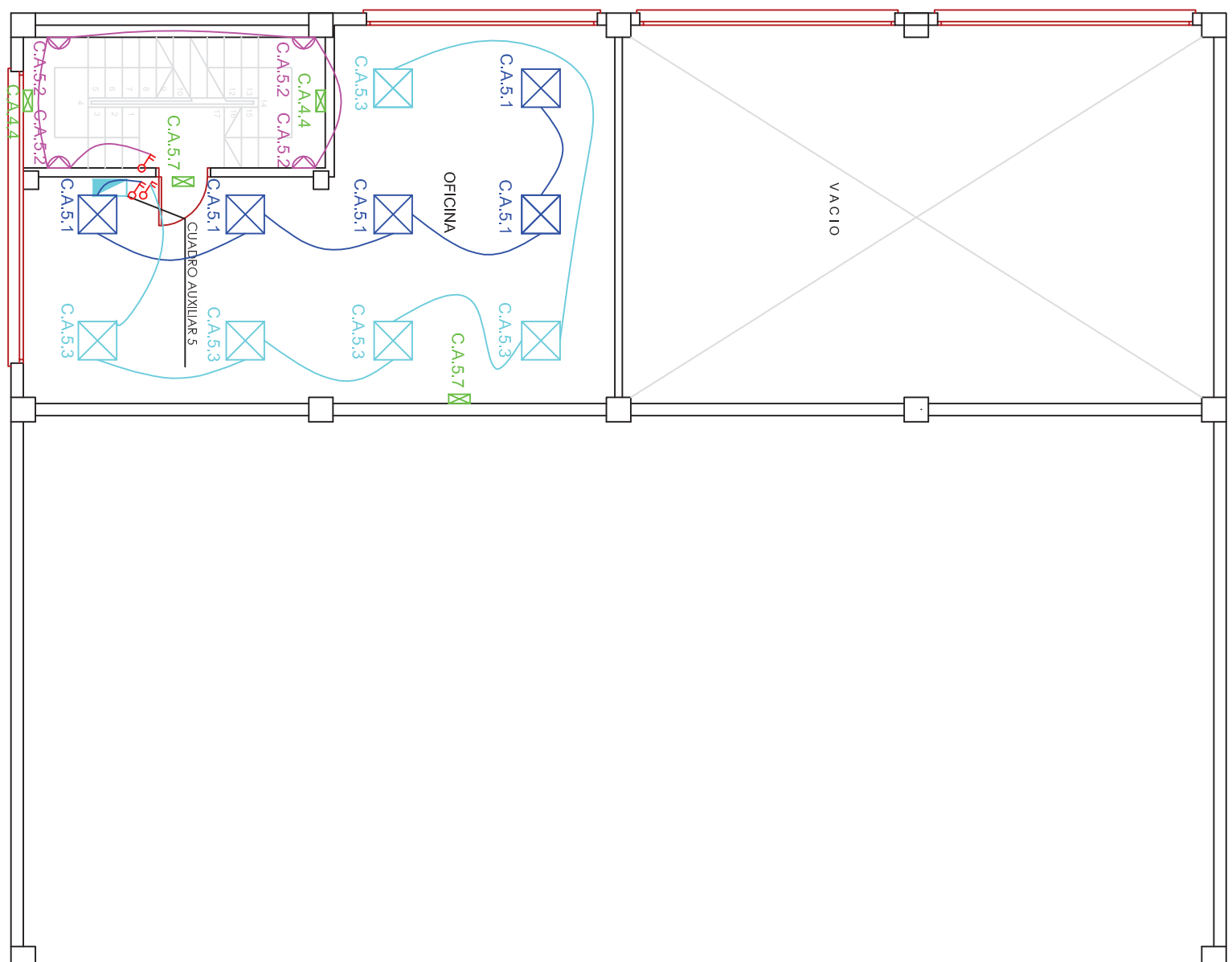


LEVYENDA

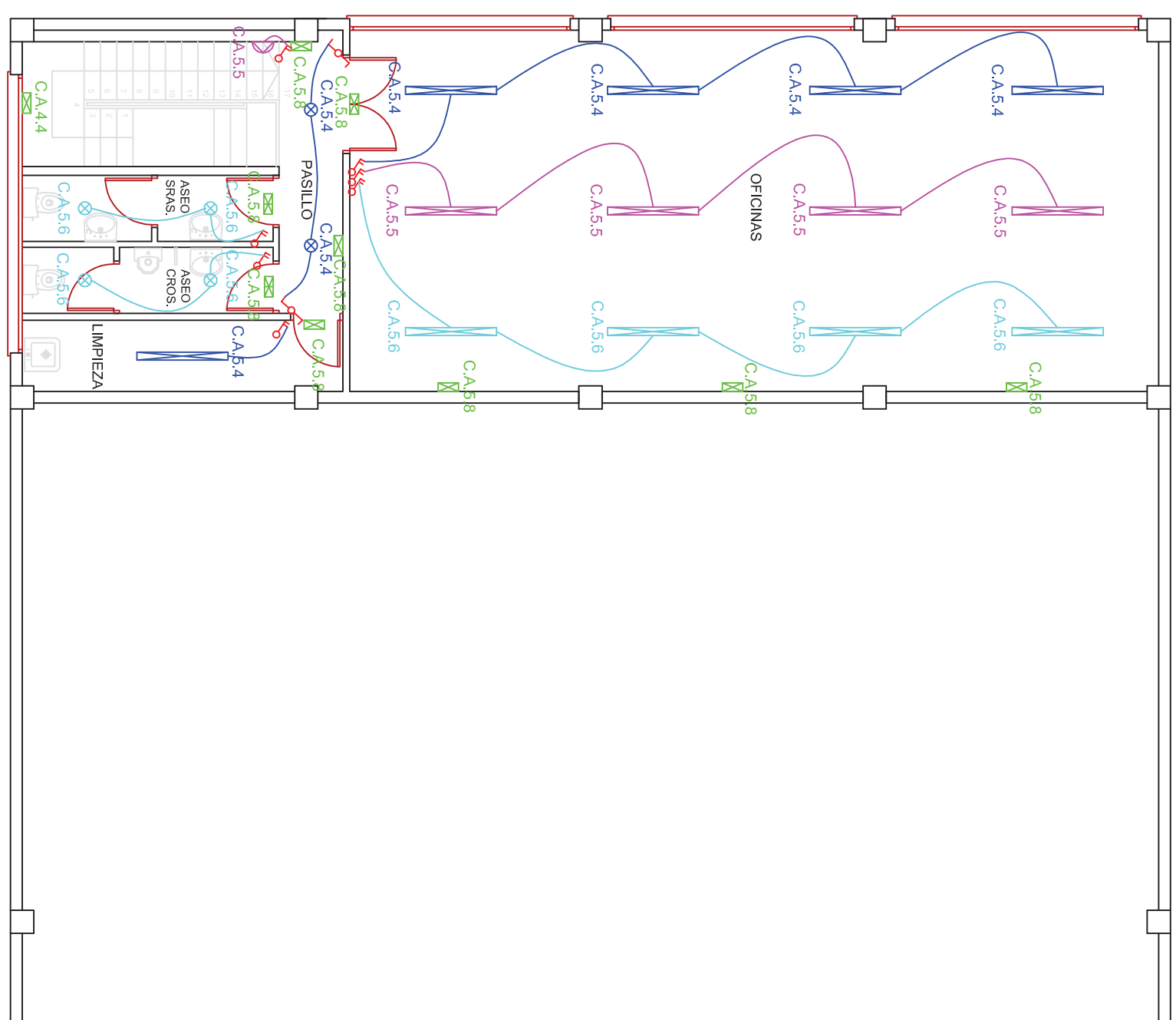
ENCUFE MONOFÁSICO
16 A + 11

ENCUFE TRIFÁSICO
16 A + 11

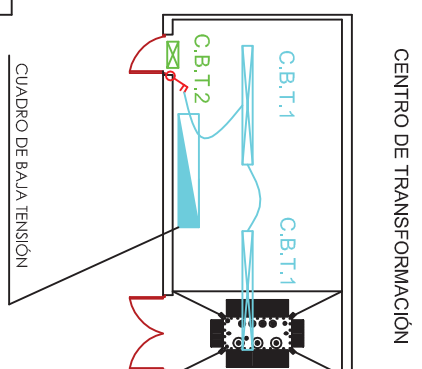
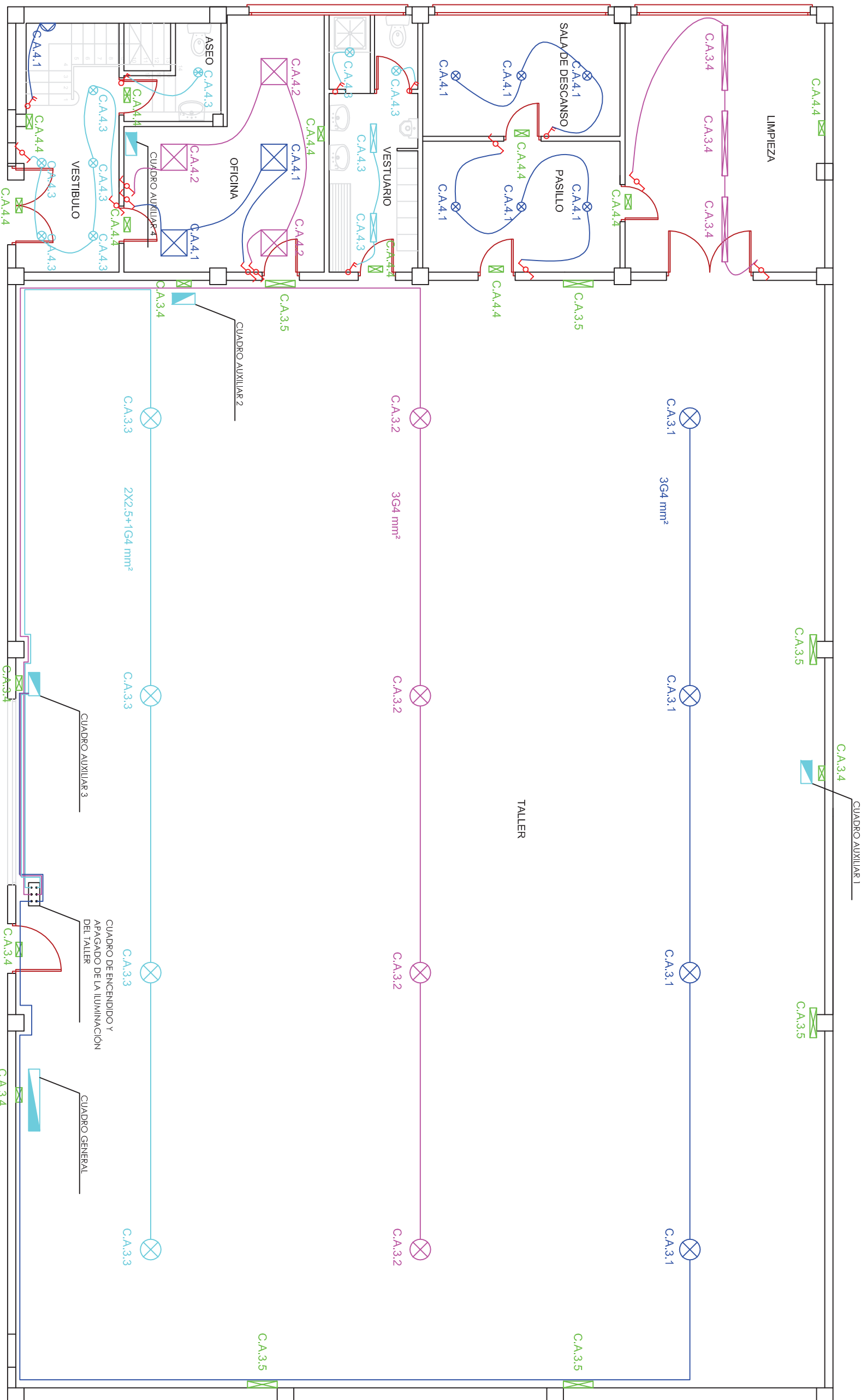
 Universidad Pública de Navarra Marraoa Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACION			
PLANO: DISTRIBUCION TOMAS DE CORRIENTE	FIRMA: APZARREN DÍAZ, ARITZ		FECHA: 17-02-2012	ESCALA: 1:100
				Nº PLANO: 6



PLANTA PRIMERA



PLANTA SEGUNDA



LEYENDA

ILUMINACIÓN INTERIOR

CAMPANA SUSPENDIDA 1.400 W.
LAMPARA DE FALGONESIRIOS
METALICOS

FLUORESCENTE EMPOTRADO
4x18W. LAMPARA FLUORESCENTE
TUBULAR

FLUORESCENTE ESTANCA 2x18 W.
LAMPARA FLUORESCENTE
TUBULAR

DOWNLIGHT EMPOTRADO 2x18 W.
LAMPARA FLUORESCENTE
COMPACTA

DOWNLIGHT EMPOTRADO 2x26 W.
LAMPARA FLUORESCENTE
COMPACTA

FLUORESCENTE ESTANCA 2x26 W.
LAMPARA FLUORESCENTE
TUBULAR

LUMINARIA DE PARED 2x18 W.
LAMPARA FLUORESCENTE
COMPACTA

LOS CONDUCTORES DEL
ALAMBADO SERAN RZ1(KAS)
602.5 x 1.64 mm² (Ejemplo alambado
2X1.5+1.64 mm² (Ejemplo alambado
ultra, ver plano)

LOS CONDUCTORES DEL
ALAMBADO DE ENLACE
SERAN SZ1-K(AS) 6/61 KV
2X1.5+1.64 mm²

ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

LUMINARIA HYDRA 8 W

LUMINARIA NOVA 6 W

LUMINARIA ESTANCA 36 W

INTERRUPTORES

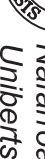
INTERRUPTOR SIMPLE EMPOTRADO

CONMUTADOR

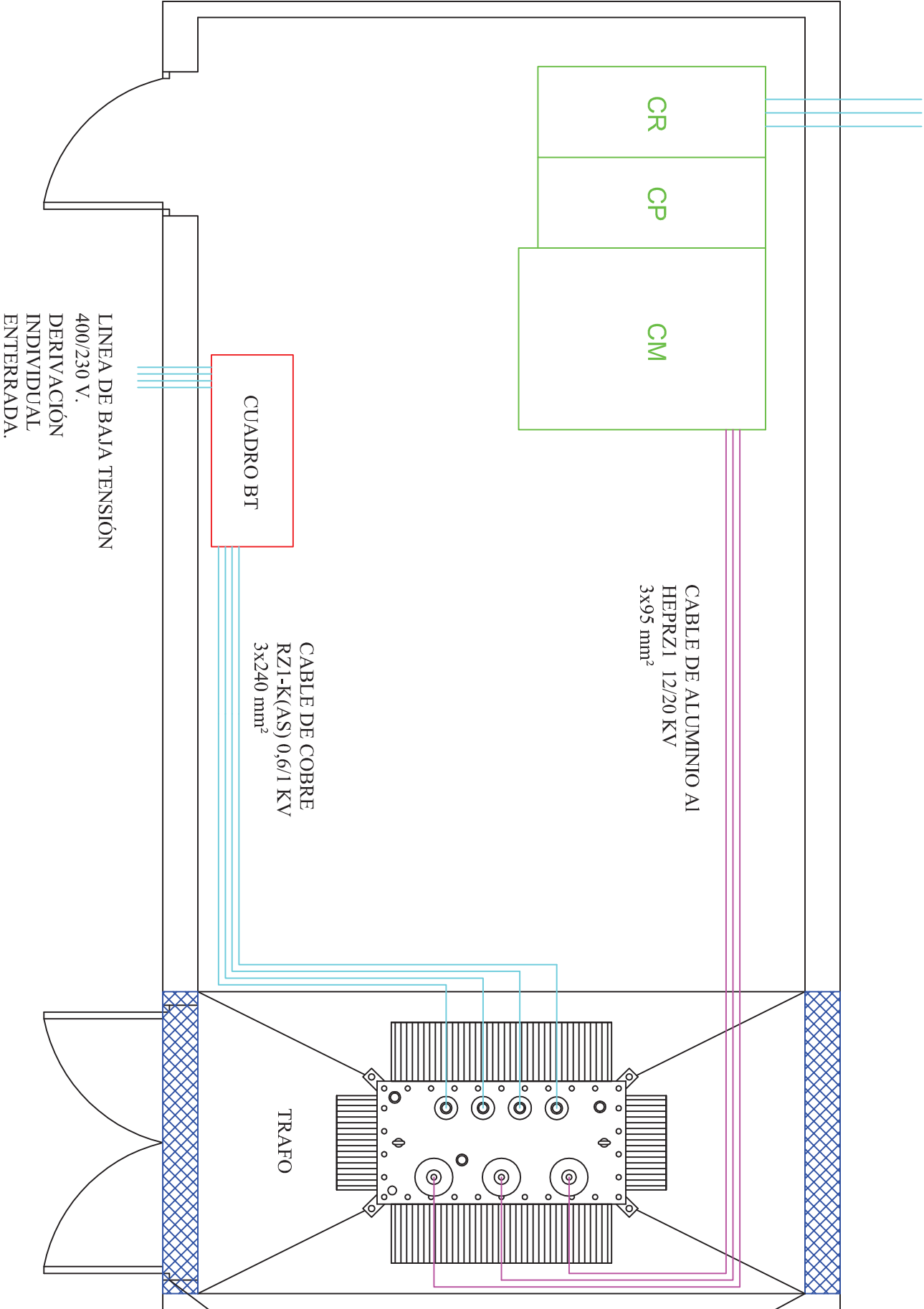
FASE R

FASE S

FASE T

 Universidad Pública de Navarra Mairorako <i>Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.	
PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAA TENSION CON CENTRO DE TRANSFORMACION		REALIZADO: AZPAREN DIAZ, ARITZ
PLANO: ALUMBRADO INTERIOR Y DE EMERGENCIA	FIRMA:	ESCALA: 1:100 Nº PLANO: 7 FECHA: 17-02-2012

LÍNEA SUBTERRÁNEA
DE MEDIA TENSIÓN
13,2kV
IBERDROLA S.A.



REJILLAS DE VENTILACIÓN


LEYENDA:

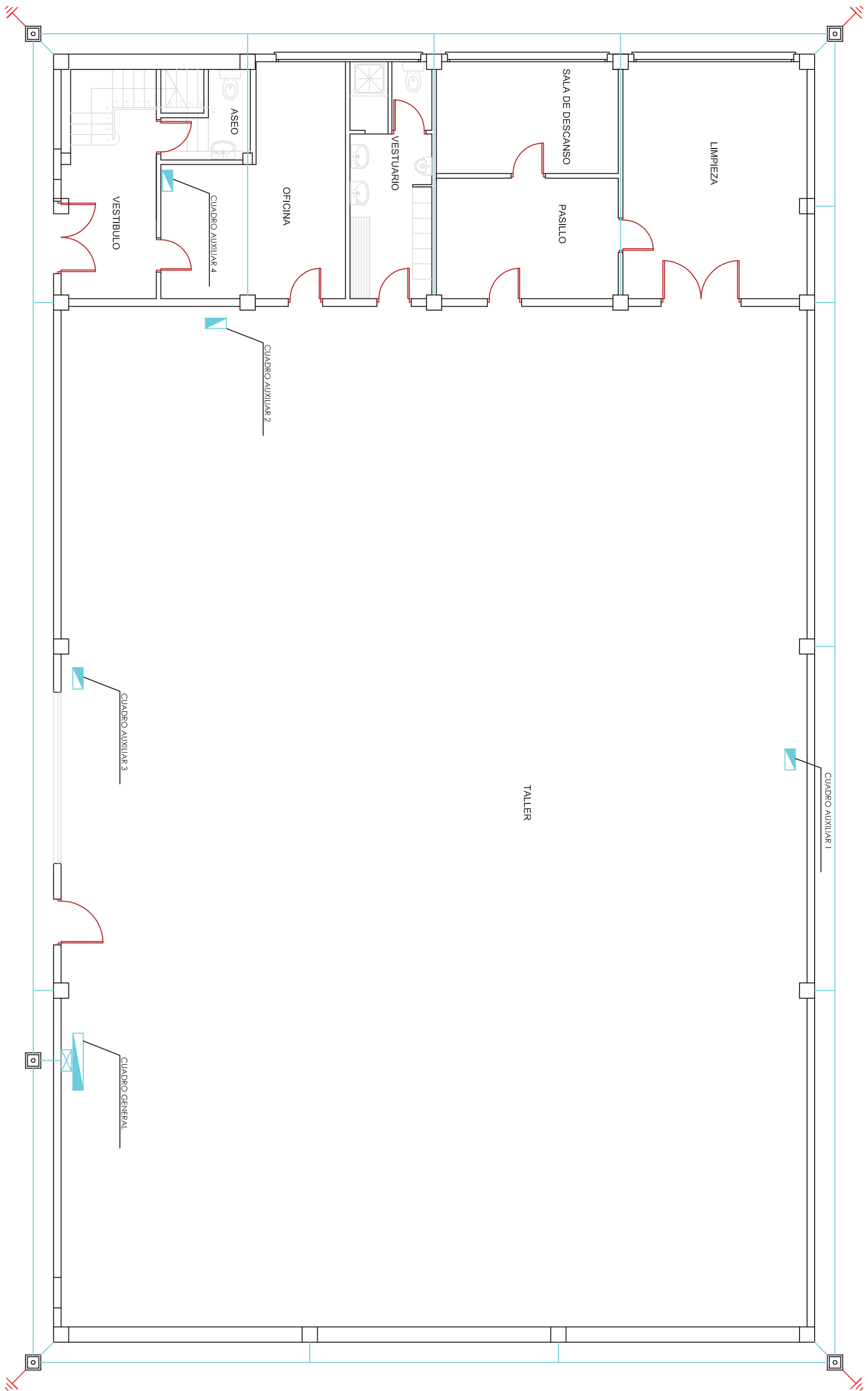
CR: Celda de Remonte
Schneider SM6, modelo SIM16

CP: Celda de Protección
Schneider SM6, modelo QM16

CM: Celda de Medida
Schneider SM6, modelo GBC16

TRAFO: Transformador de
distribución en aceite Ormazabal,
13,2/0,42 kV, Potencia: 250 kVA.

<div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: AZPARREN DÍAZ, ARITZ
PLANO: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		FIRMA:
		FECHA: 17-02-2012
		ESCALA: 1:20
		Nº PLANO: 8



LEYENDA

CONDUCTOR DESNUDO DE COBRE DE 50 mm² DE SECCIÓN ENTERRADO A 0,8 m DE PROFUNDIDAD



PICAS DE ACERO GALVANIZADO DE 14 mm DE DIÁMETRO Y 2 m DE LARGO. ENTERRADAS A UNA PROFUNDIDAD DE 0,8 m. LA CONEXIÓN PICA CABLE SE REALIZA MEDIANTE SOLDADURA ALUMINOTÉCNICA



ARQUETAS DE CONEXIÓN PREFABRICADAS 50x40 mm

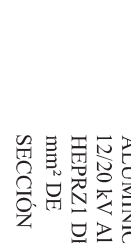
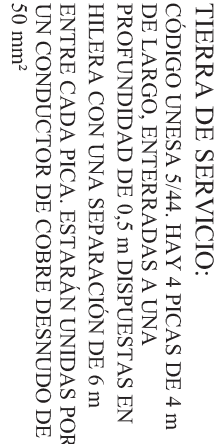
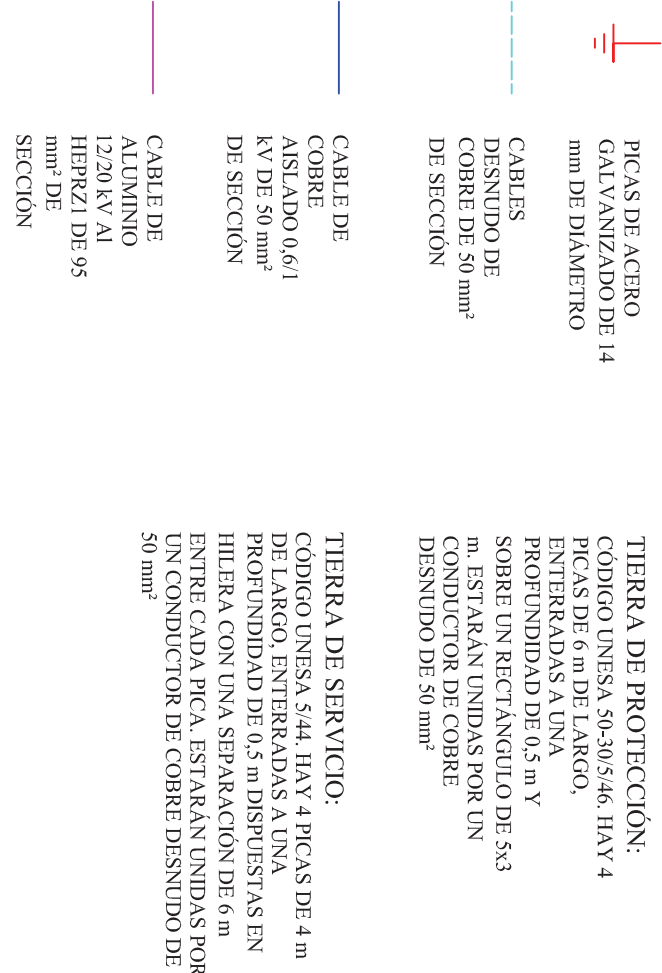
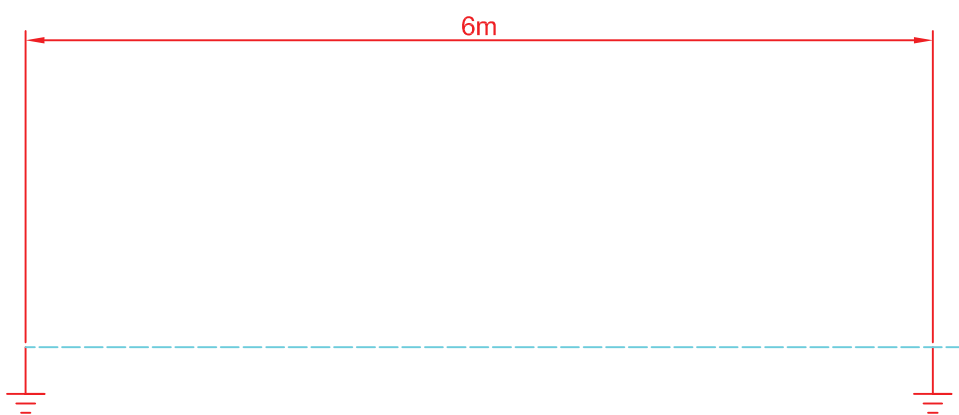
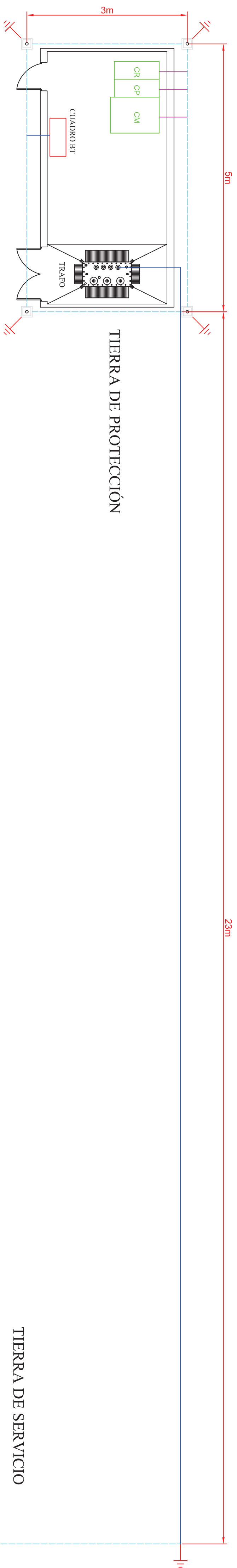



CAJA DE SECCIONAMIENTO

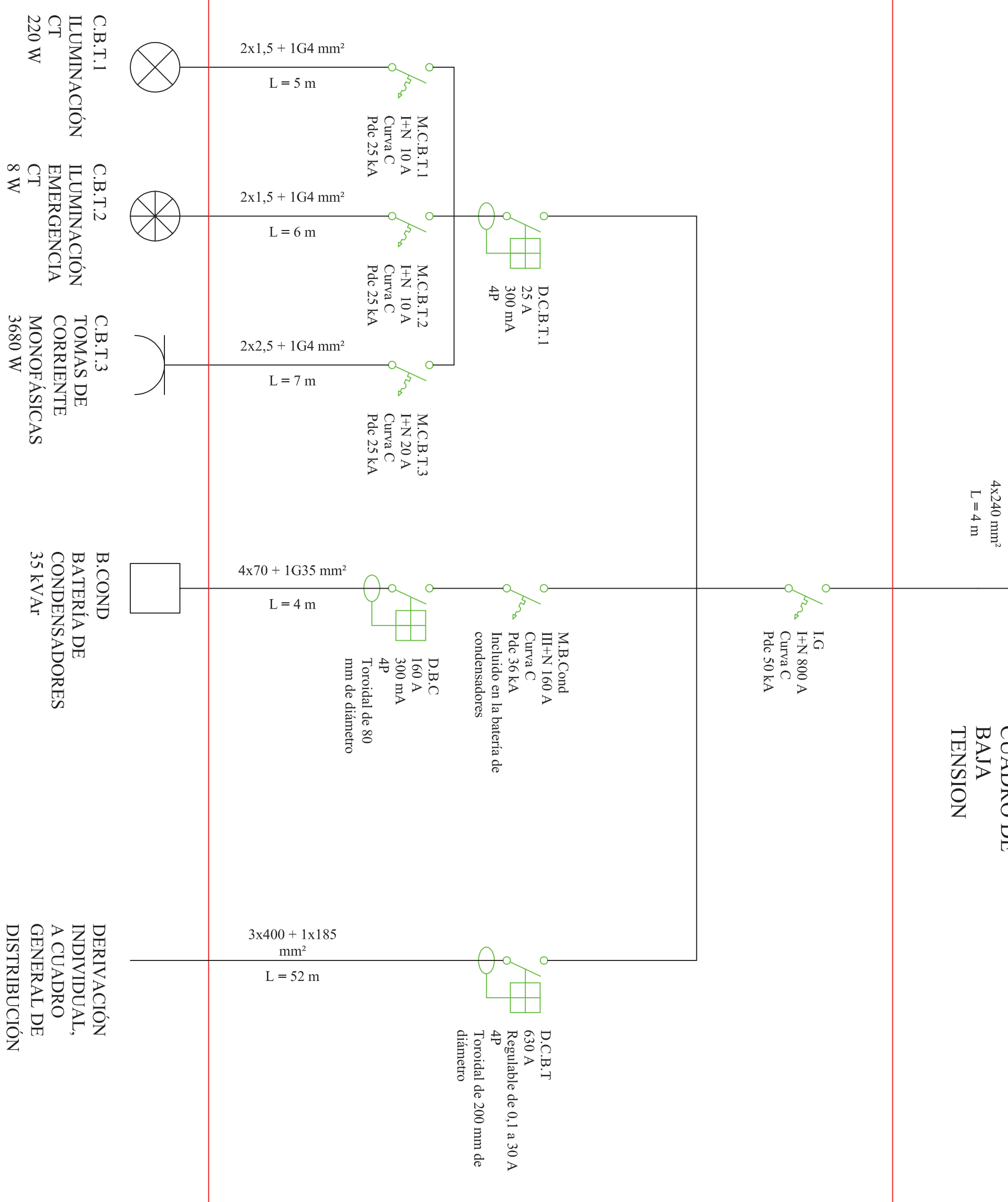
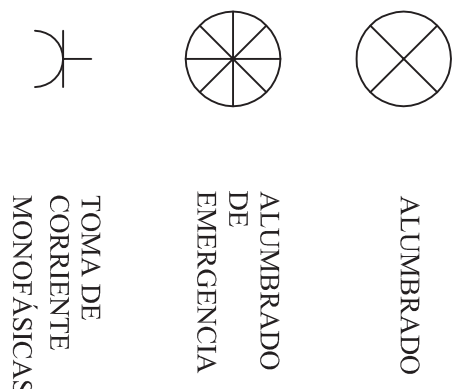
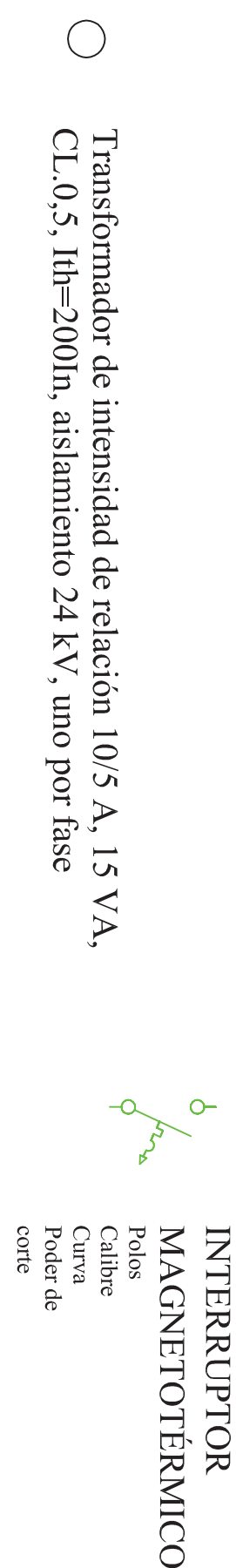
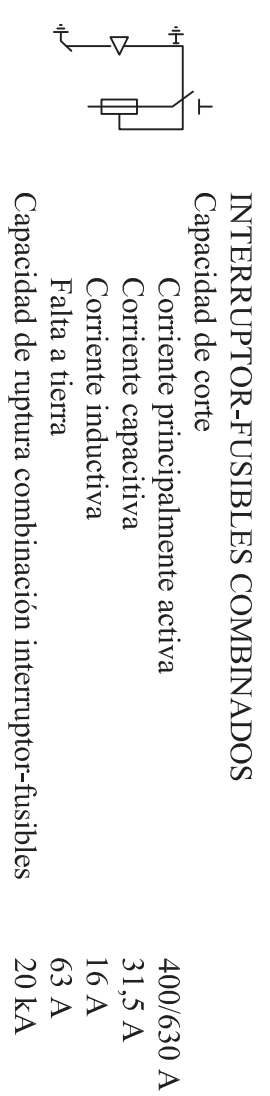
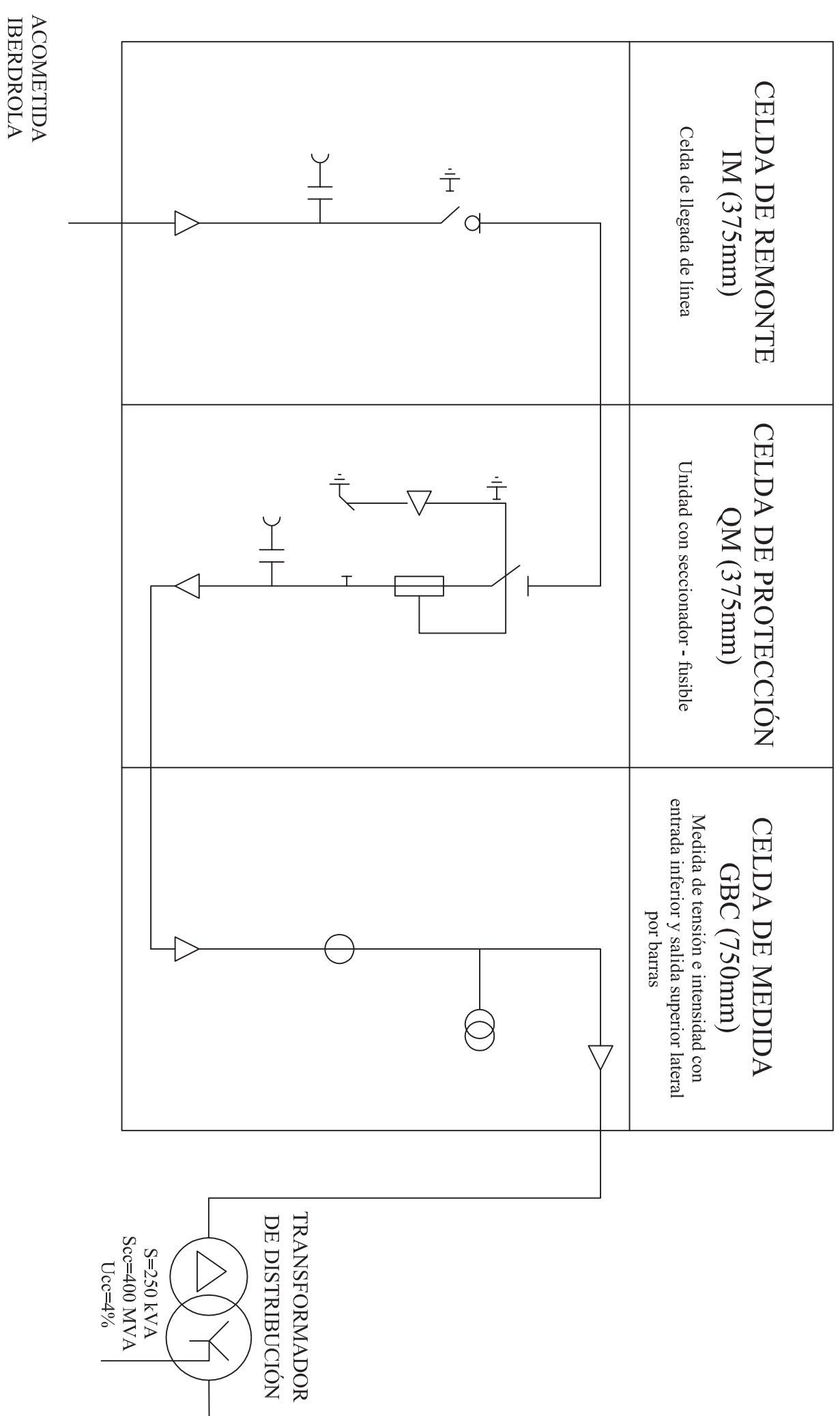
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:	REALIZADO:
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	AZPARREN DÍAZ, ARTZ

PLANO:	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
PUESTA A TIERRA DE LA NAVE	17-02-2012	1:100	9



 Universidad Pública de Navarra Materosko Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS DE ING. RURAL
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.		
PROYECTO: INSTALACION ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSION CON CENTRO DE TRANSFORMACION			REALIZADO: AZPAREN DÍAZ, ARITZ
FIRMA:			FECHA: 17-02-2012
PLANO: PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACION			ESCALA: 1:50 Nº PLANO: 10



CUADRO DE
BAJA
TENSION


$$L = 4 \text{ m}$$

Todos los conductores en baja tensión excepto los del alumbrado de emergencia son:

RZ1-K(AS) 0,6/1 kV

emergencia son:

SZ1-K(AS) 0,6/1 kV

 Universidad Pública de Navarra Madraroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.		
PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSION CON CENTRO DE TRANSFORMACION	REALIZADO: AZPAREN DIAZ, ARITZ		
FIRMA:	PLANO:		
UNIFILAR CENTRO DE TRANSFORMACION	FECHA: 17-02-2012	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 11

PUNTO DE PUESTA A
TIERRA

3x400 + 1x185 mm²
L = 52 m

CUADRO
GENERAL DE
DISTRIBUCIÓN

CONDUCTOR DE
Cu 1x50 mm²

MD1
III+N 630 A
Curva C
Pde 50 kA

M.C.G.D.1
III+N 160 A
Curva C
Pde 36 kA

D.C.G.D.1
III+N
160 A
Sensibilidad
300mA
Toroidal de 80mm
de diámetro

4x35 + 1G16 mm²
L = 45 m

M.C.G.D.2
III+N 250 A
Curva C
Pde 36 kA

D.C.G.D.2
III+N
250 A
Sensibilidad
300mA
Toroidal de
120mm de
diámetro

4x25 + 1G16 mm²
L = 28 m

M.C.G.D.3
III+N 125 A
Curva C
Pde 10 kA

D.C.G.D.3
III+N
125 A
Sensibilidad
300mA

5G16 mm²
L = 10 m

M.C.G.D.4
III+N 80 A
Curva C
Pde 10 kA

D.C.G.D.4
III+N
80 A
Sensibilidad
300mA

5G10 mm²
L = 29 m

M.C.G.D.5
III+N 100 A
Curva C
Pde 10 kA

D.C.G.D.5
III+N
100 A
Sensibilidad
300mA

5G6 mm²
L = 27 m

C.G.D.1
CUADRO
AUXILIAR 1

C.G.D.2
CUADRO
AUXILIAR 2

C.G.D.3
CUADRO
AUXILIAR 3

C.G.D.4
CUADRO
AUXILIAR 4


C.G.D.5
CUADRO
AUXILIAR 5

LEYENDA:

RELE
DIFERENCIALASOCIADO
CON TOROIDAL Y
BOBINA DE
DISPARO EN LAS
LÍNEAS 1 Y 2, EN
LAS LÍNEAS 3, 4 Y 5
SON BLOQUES
DIFERENCIALES

INTERRUPTOR
MAGNETOTÉRMICO
Calibre
Curva
Poder de
corte

Todos los conductores en baja
tensión excepto los del
alumbrado de emergencia son:
RZ1-K(AS) 0,6/1 kV
Los del alumbrado de
emergencia son:
SZ1-K(AS) 0,6/1 kV

	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			
PLANO: UNIFILAR CUADRO GENERAL		FIRMA: FECHA: 17-02-2012		
		ESCALA: S/E		
		Nº PLANO: 12		
		REALIZADO: AZPARREN DÍAZ, ARTIZ		

4x35 + 1G16 mm²
L = 45 m

CUADRO
AUXILIAR 1

M.C.A.1
III+N 160 A
Curva C
Pdc 36 kA

D.C.A.1.1
III+N
63 A
300 mA

M.C.A.1.1
III+N 10 A
Curva C
Pdc 10 kA

M.C.A.1.2
III+N 10 A
Curva C
Pdc 10 kA

M.C.A.1.3
III+N 25 A
Curva C
Pdc 10 kA

D.C.A.1.2
III+N
80 A
300 mA

M.C.A.1.4
III+N 32 A
Curva C
Pdc 10 kA

M.C.A.1.5
III+N 16 A
Curva C
Pdc 10 kA

M.C.A.1.6
III+N 10 A
Curva C
Pdc 10 kA

M.C.A.1.7
III+N 10 A
Curva C
Pdc 10 kA

M.C.A.1.8
I+N 20 A
Curva B
Pdc 6 kA

M.C.A.1.9
III+N 20 A
Curva C
Pdc 10 kA

D.C.A.1.3
III+N
40 A
300 mA

4x1,5 + 1G4 mm²
L = 14 m

1

C.A.1.1
TORNO
4269 W

4x1,5 + 1G4 mm²
L = 14 m

2

C.A.1.2
TORNO
2650 W

5G4 mm²
L = 8 m

3

C.A.1.3
FRESADORA
11702 W

5G6 mm²
L = 2 m

4

C.A.1.4
TORNO
9200 W

4x1,5 + 1G4 mm²
L = 10 m

5

C.A.1.5
TORNO
6132 W

4x1,5 + 1G4 mm²
L = 22 m

6

C.A.1.6
SIERRA
1081 W

4x1,5 + 1G4 mm²
L = 29 m

7

C.A.1.7
SIERRA
3091 W

2x2,5 + 1G4 mm²
L = 28 m



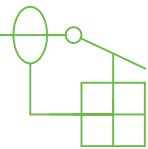
C.A.1.8
TOMA DE
CORRIENTE
MONOFÁSICA
3680 W

4x2,5 + 1G4 mm²
L = 28 m

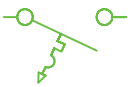


C.A.1.9
TOMA DE
CORRIENTE
TRIFÁSICA
11085 W

LEYENDA:



INTERRUPTOR
DIFERENCIAL
Calibre
Sensibilidad
Polos



INTERRUPTOR
MAGNETOTÉRMICO
Polos
Calibre
Curva
Poder de
corte



TOMA DE
CORRIENTE
MONOFÁSICAS



TOMA DE
CORRIENTE
TRIFÁSICAS

Todos los conductores en baja
tensión excepto los del
alumbrado de emergencia son:

RZ1-K(AS) 0,6/1 kV

Los del alumbrado de

emergencia son:

SZ1-K(AS) 0,6/1 kV



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO
TÉCNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:

DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE
INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN

REALIZADO:

AZPARREN DÍAZ, ARTIZ

FIRMA:

PLANO:

UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 1

FECHA:

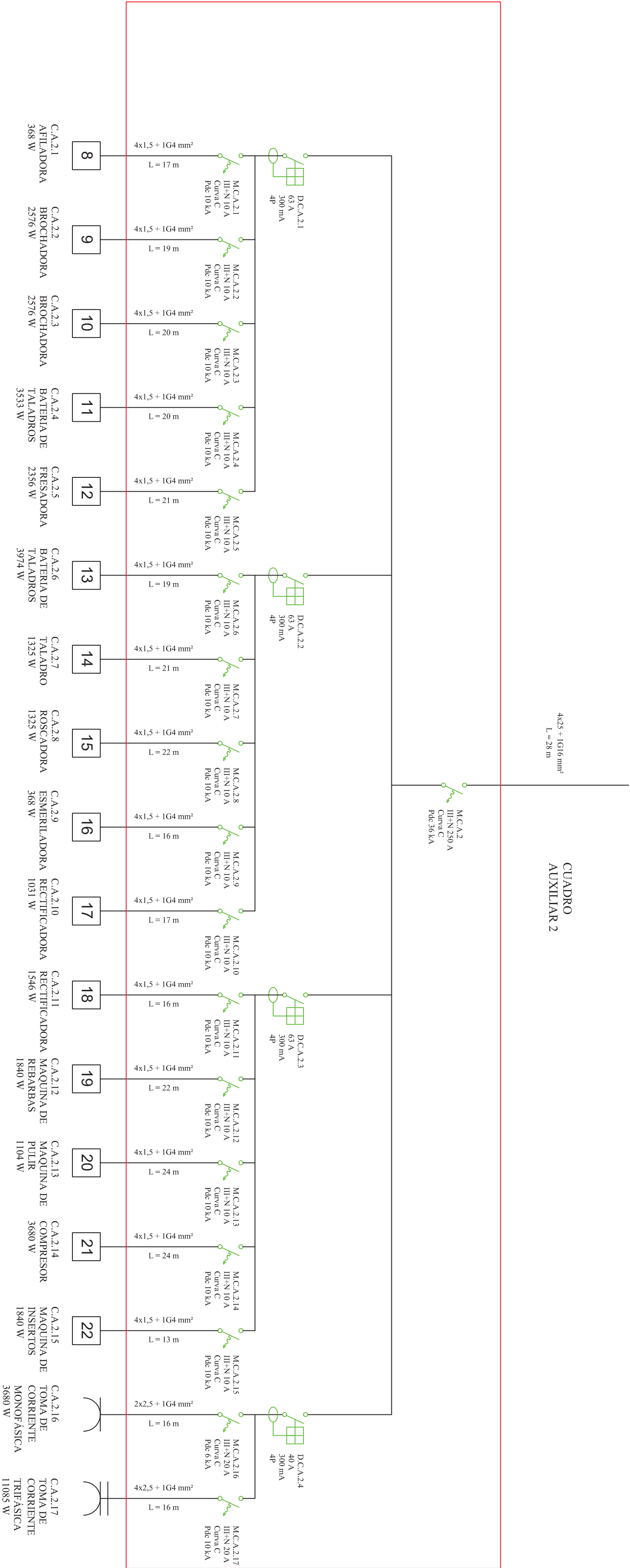
17-02-2012

ESCALA:


S/E

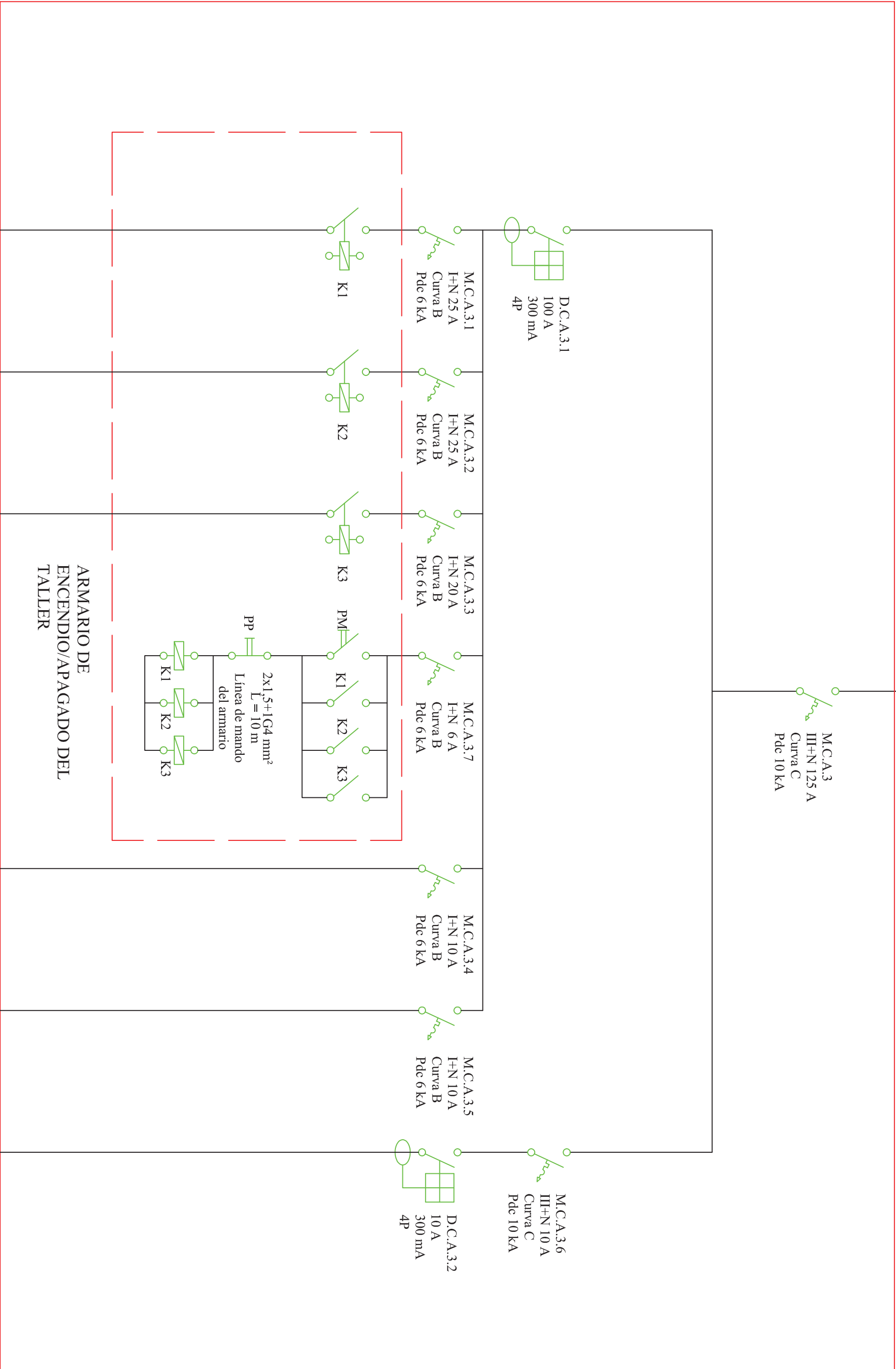
Nº PLANO:

13



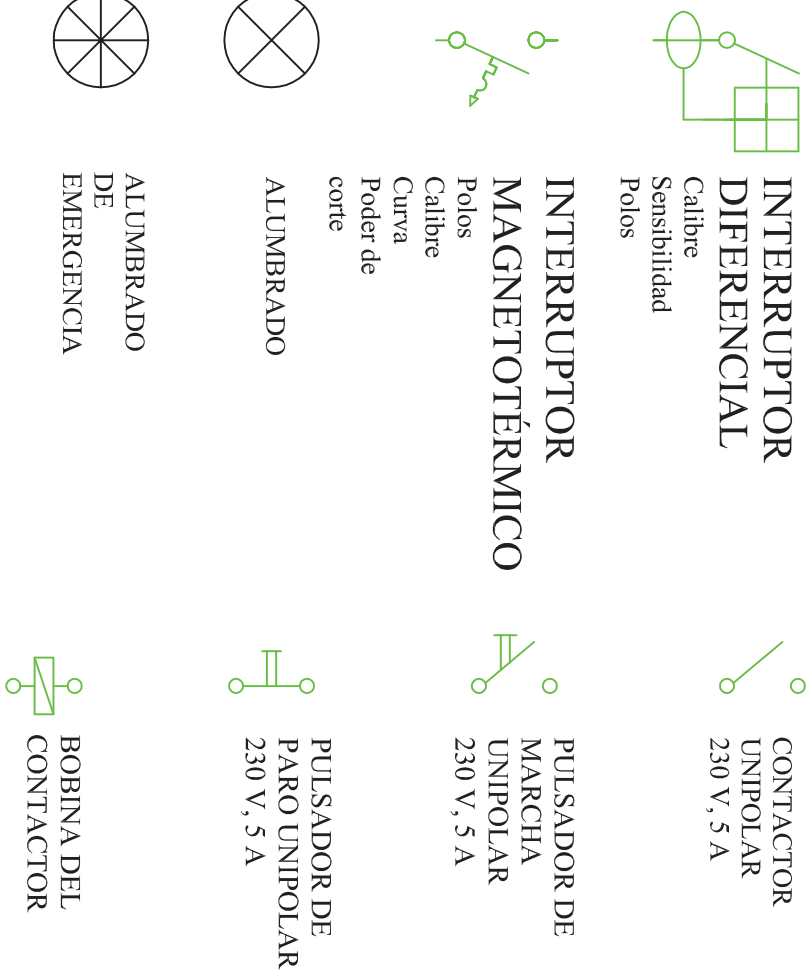
Todos los conductores en baja
tensión excepto los del
alumbrado de emergencia son:
RZ1-K(AS) 0,6/1 kV
Los del alumbrado de
emergencia son:
SZ1-K(AS) 0,6/1 kV

<div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div>	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.		
REALIZADO: AZPARREN DÍAZ, ARTITZ			
FIRMA:			
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			
PLANO: UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 2	FECHA: 17-02-2012	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 14




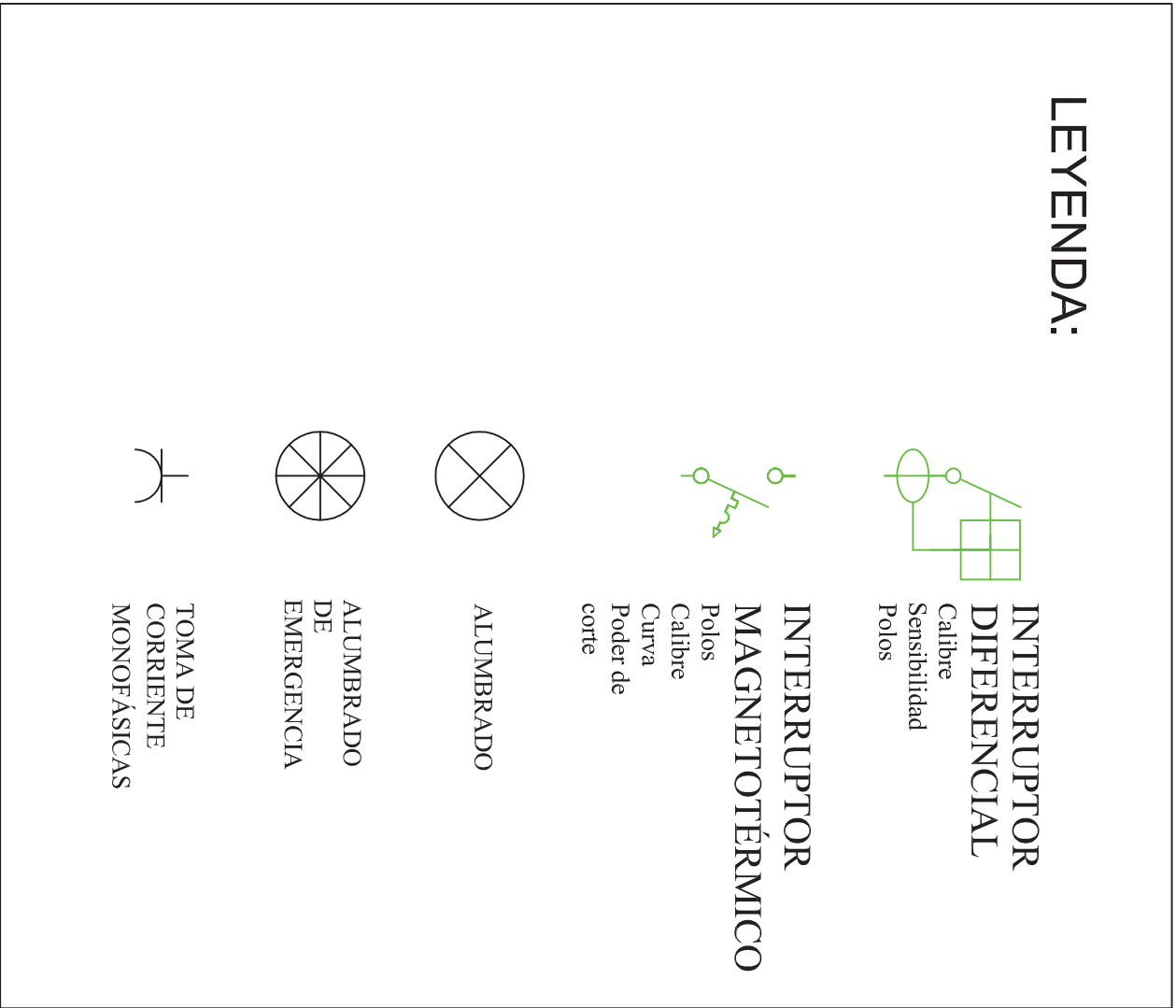
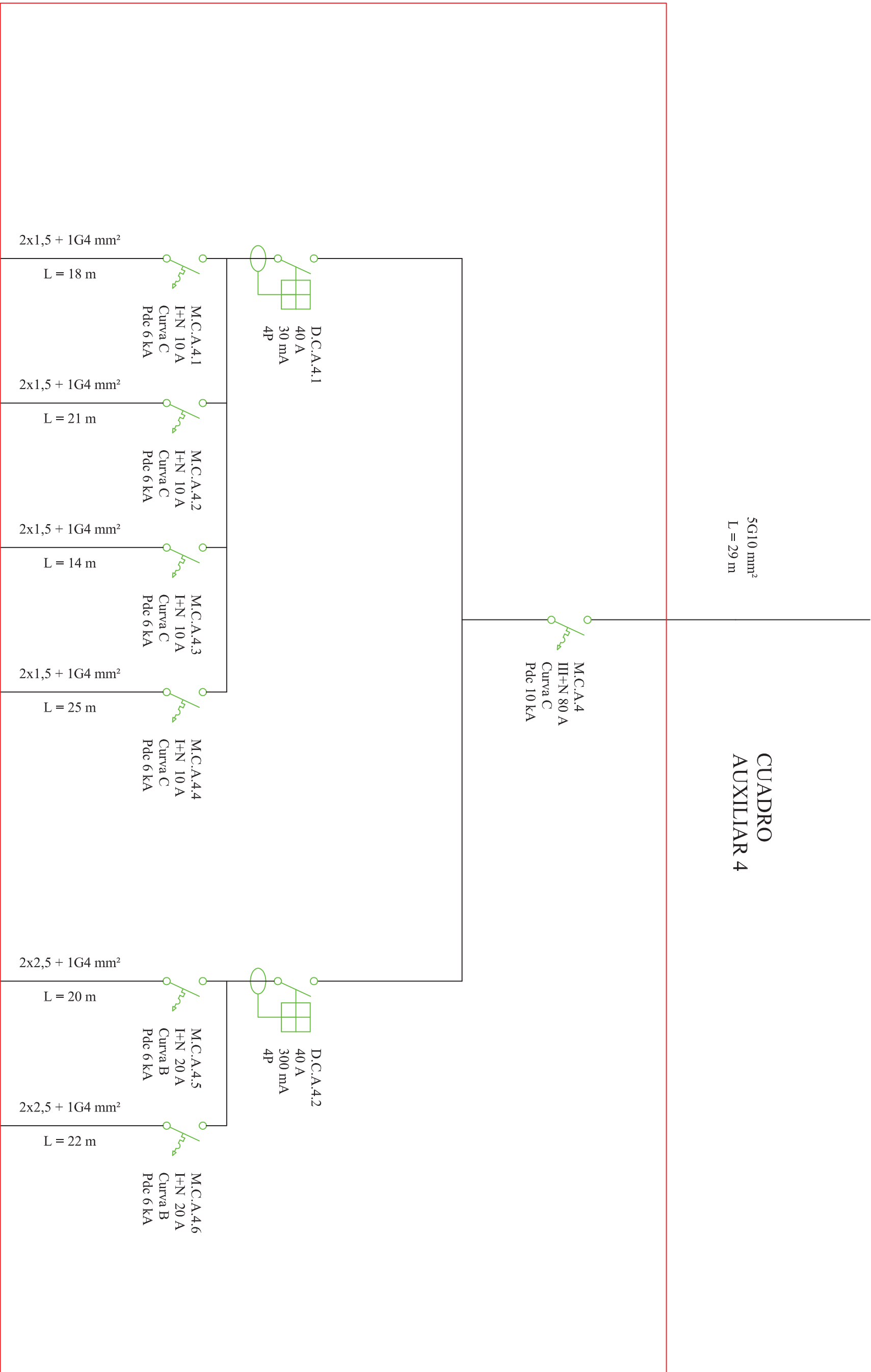
CUADRO AUXILIAR 3

LEYENDA:



Todos los conductores en baja tensión excepto los del alumbrado de emergencia son: RZ1-K(AS) 0,6/1 kV
Los del alumbrado de emergencia son: SZ1-K(AS) 0,6/1 kV


 Universidad Pública de Navarra Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: AZPAREN DÍAZ, ARTIZ
PLANO: UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 3		FIRMA:
		FECHA: 17-02-2012
		ESCALA: S/E
		Nº PLANO: 15



C.A.4.1	C.A.4.2	C.A.4.3	C.A.4.4	C.A.4.5	C.A.4.6
ILUMINACIÓN PLANTA BAJA 1	ILUMINACIÓN PLANTA BAJA 2	ILUMINACIÓN PLANTA BAJA 3	ILUMINACIÓN EMERGENCIA PLANTA BAJA	TOMAS DE CORRIENTE MONOFÁSICAS	TOMAS DE CORRIENTE MONOFÁSICAS
405 W	538,5 W	396 W	106 W	3680 W	3680 W

Todos los conductores en baja tensión excepto los del alumbrado de emergencia son: RZ1-K(AS) 0,6/1 kV

Los del alumbrado de emergencia son: SZ1-K(AS) 0,6/1 kV

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: AZPARREN DÍAZ, ARTIZ
FIRMA:		
PLANO: UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 5	FECHA: 17-02-2012	ESCALA: S/E
		Nº PLANO: 16



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL
EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN”

DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES

Alumno: Aritz Azparren Díaz

Tutor: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 17 de Febrero de 2012



4. PLIEGO DE CONDICIONES



ÍNDICE

4.1 OBJETO	4
4.2 CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA	5
4.2.1 General	5
4.2.2 Legalidad	5
4.2.3 Al finalizar la obra	5
4.3 CONDICIONES ECONÓMICAS	7
4.3.1 Contrato	7
4.3.2 Derechos y obligaciones del Instalador	7
4.3.2.1 En la ejecución de obra	7
4.3.2.2 Incumplimiento del plazo de ejecución	8
4.3.2.3 En materia social	8
4.3.2.4 En relación a los materiales	9
4.3.2.5 Una vez finalizada la obra	9
4.3.3 A cargo de la propiedad	9
4.3.4 Fianza	10
4.3.5 Rescisión de contrato (Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios)	10
4.3.6 Pago de obra	13
4.4 CONDICIONES TÉCNICAS	14
4.4.1 Calidad de los materiales en general	14
4.4.2 Los materiales eléctricos	14
4.4.2.1 Código de identificación de los conductores	14
4.4.2.2 Conductores activos	14
4.4.2.3 Conductores de protección	15
4.4.2.4 Tubos protectores	15
4.4.2.5 Interruptores, conmutadores y tomas de corriente	15
4.4.2.6 Cajas de empalmes y derivaciones	16
4.4.2.7 Aparatos de protección	16
4.4.2.8 Cuadros de protección y maniobra	16
4.4.2.9 Alumbrado	16
4.4.2.10 Alumbrados especiales	17
4.4.3 Normas de ejecución en general	18
4.4.4 Normas de ejecución en la instalación eléctrica	18
4.4.4.1 Canalizaciones con tubos protectores en montaje interior	18
4.4.4.2 Canalizaciones con tubos protectores en montaje superficial	19
4.4.4.3 Conductores en bandeja	19
4.4.4.4 Normas eléctricas en presencia de otras canalizaciones no eléctricas	19
4.4.4.5 Acceso a las instalaciones	20
4.4.4.6 Alumbrado	20
4.4.4.7 Motores	20
4.4.4.8 Puesta a tierra	21
4.4.4.9 Uniones a tierra	22
4.4.5 Centro de transformación	22
4.4.5.1 Obra civil	22
4.4.5.2 Aparamenta de alta tensión	22



4.4.5.3 Características constructivas	22
4.4.5.4 El transformador	24
4.4.5.5 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.....	24
4.5 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD	27
4.6 CERTIFICADO Y DOCUMENTACIÓN QUE DEBE DISPONER EL TITULAR	28



4.1 OBJETO

El objeto de este pliego de condiciones es, establecer las exigencias que deben satisfacer los materiales, el montaje y la realización de la obra de la instalación eléctrica de baja tensión y el centro de transformación de una nave industrial dedicada a taller de mecanizado de piezas metálicas

La nave está situada en las parcelas 1312 y 1313 del Polígono Areta en el término municipal de Huarte, Navarra.



4.2 CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA

4.2.1 General

Este pliego de condiciones, junto con la memoria, cálculos, presupuesto y planos, son los documentos que han servido de base para la total realización de las unidades de la Instalación y por consiguiente, son de obligada observancia por el Instalador quién sin embargo podrá proponer las modificaciones que considere oportunas.

Todas las condiciones de ejecución y calidad, así como las condiciones de recepción de materiales y características de los mismos que figuran en la memoria del presente proyecto han de considerarse condiciones facultativas y técnicas del presente pliego de condiciones.

La oferta que presente la empresa instaladora o el instalador deberá ajustarse a las especificaciones técnicas del proyecto, entendiéndose que de no requerir variaciones, se declaran de acuerdo con el mismo, tomando plena responsabilidad en cuanto a un correcto funcionamiento se refiere.

4.2.2 Legalidad

La realización del proyecto deberá regirse por lo presente en este pliego y por las normativas específicas para cada actividad:

- Instalación eléctrica:
 - Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. RD 3275/1982
 - Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. RD 842/2002
 - Construcción y ensayo de material eléctrico de seguridad aumentada. UNE 20.328
- Protección contra incendios
 - Reglamento de instalaciones de protección contra incendios. RD 1942/1993
 - Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos instaladores. RD 786/2001
- Seguridad y salud
 - La normativa que se refiere a este apartado aparece detallada en el Estudio Básico de Seguridad y Salud que se realiza a continuación.

4.2.3 Al finalizar la obra

Durante la obra o al finalizar el director de obra podrá revisar todos los trabajos e instalaciones para verificar que cumplen tanto el proyecto como las especificaciones de calidad.

Cuando se finaliza la obra, es deber del contratista solicitar la recepción del trabajo, en el cuál se incluyen las mediciones de conductividad de la tierra y el aislamiento de los



cables. Al acabar también se le entregará el plano de final de obra, en el que aparece la obra y todos los edificios, carreteras, aceras que están junto a él. Junto con el plano se otorga el certificado de finalización de obra para que esta pueda legalizarse.



4.3 CONDICIONES ECONÓMICAS

4.3.1 Contrato

El contrato será un documento de carácter privado en el que se establecerán las condiciones económicas generales de común acuerdo entre la Propiedad y el Instalador. El carácter del contrato puede ser cambiado a público a petición de una de las partes, corriendo todos los gastos que ello ocasione a cuenta del que lo solicite.

En el Contrato Privado de Adjudicación de Obra se establecerán los plazos de ejecución de la obra de mutuo acuerdo entre la Propiedad y el Instalador. Como fecha de comienzo se cogerá aquella que el Instalador comunique a la Propiedad en un plazo no superior a 90 días a partir de la fecha en la que se firme el contrato.

Tras la firma del contrato, dado el carácter de la instalación que se pretende con este proyecto, no se admitirán revisiones de los precios en los materiales.

Solamente en el caso de que en el transcurso de la obra se aprobasen oficialmente aumentos de precio de jornales se admitirá revisión en la cantidad contratada para mano de obra y en la parte proporcional en que ésta se pudiera ver afectada.

4.3.2 Derechos y obligaciones del Instalador

4.3.2.1 En la ejecución de obra

La instalación se llevará a efecto, ateniéndose a las condiciones generales, al proyecto de detalles indicados en el mismo y a cuantas operaciones sean indispensables para que la instalación quede completamente bien acabada aunque no se indique expresamente en estos documentos.

Para resolver cualquier duda en la interpretación de los documentos, el Instalador, consultará al respecto al autor del proyecto, obligándose a rehacer cuantas partes del trabajo no se hubiesen realizado de acuerdo con lo estipulado.

Hasta la recepción definitiva, el Instalador es exclusivamente responsable de la ejecución de la instalación contratada y de las faltas que en ella puedan existir.

El Instalador deberá presentarse en la obra siempre que sea convocado por la Dirección Facultativa o la Propiedad y especialmente asistirá a todas las visitas de obra oficiales, durante el periodo en que se desarrollen los trabajos.

La interpretación de los trabajos realizados corresponde a la Dirección Facultativa por lo que el Instalador se verá obligado a demoler y rehacer todos aquellos trabajos que la dirección considere defectuosos.

En el caso de que el instalador propusiera alguna modificación, habrá de presentarla detalladamente antes de realizar ningún trabajo o encargo de materiales y con tiempo suficiente para que no se altere el plan de obra y reservando a la Dirección Facultativa un plazo suficiente para estudiar la propuesta y que nunca será inferior a quince días.

Junto con la oferta económica, el Instalador presentará unos plazos mínimos de ejecución de cada una de las partes y fases de su trabajo. Después de la adjudicación el Instalador y el Constructor, llegarán a un acuerdo sobre los plazos ofertados dentro del plan general de la obra.

El plazo global de ejecución será el que se determine en el Contrato Privado de Adjudicación de Obra y establecido, de común acuerdo, entre la Propiedad y la Empresa Instaladora.



La Dirección Facultativa puede, si lo considera necesario para la buena ejecución de la instalación, varar parcialmente el proyecto para lo cual se establecerá contratación separada y fijada por medio de precios contradictorios, previamente aprobados por las partes.

La instalación será ejecutada por operarios de aptitud reconocida, pudiendo la dirección Facultativa exigir la separación de aquellos que, a su juicio, no reúnan los conocimientos necesarios.

4.3.2.2 Incumplimiento del plazo de ejecución

En caso de retraso injustificado el cumplimiento de las fechas de ejecución, el Instalador incurrirá en las penalidades establecidas en el Contrato, pudiéndosele imputar el total o parte de las penalidades en que hayan incurrido el resto de los oficios así como el Constructor, a causa del retraso del Instalador.

En el caso de que el Instalador se viera, por causa justificada, obligado a retrasar los plazos de ejecución, deberá comunicarlo por escrito a la Propiedad y a la Dirección Facultativa, alegando las causas que determinan el retraso.

Si el Instalador se negase a realizar por su cuenta los trabajos para ultimar la instalación en las condiciones contratadas o los demorase indefinidamente, se podrá ordenar su ejecución a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la retención en concepto de fianza sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad en el caso de que el importe de la fianza no bastase para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades.

4.3.2.3 En materia social

Se supone que el Instalador está enterado de lo que dispone la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aprobado por Orden de 9 de Marzo de 1971, y el vigente Reglamento de Seguridad del Trabajo en la Industria de la Construcción y Siderometalúrgica, según las Ordenes del Ministerio de Obras Públicas de 20 de Mayo de 1952 y complementarias.

El Instalador será responsable de todos los accidentes, daños o perjuicios que puedan ocurrir o sobrevenir como consecuencia directa o indirecta de la ejecución de la instalación debiendo tener presente todo cuanto se determina en las Ordenanzas de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

El Instalador es responsable de las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo, debiendo éste adoptar y aplicar las disposiciones y medidas que dicte la Inspección de Trabajo, los organismos competentes y la normativa vigente.

El Instalador deberá establecer un plan de seguridad e higiene que especifique las formas de aplicación de las medidas necesarias con el fin de asegurar eficazmente al personal que pueda estar en la obra, la higiene y primeros auxilios de enfermos o accidentados y la seguridad de las instalaciones. El plan debe ser entregado a la Propiedad en un tiempo máximo de 90 días después de la firma del contrato. La ausencia de este documento puede o su incumplimiento puede ser motivo de ruptura de contrato. Si este documento se ve modificado por las circunstancias de la obra, se le deberá comunicar con la mayor rapidez posible a la Propiedad. Los gastos debidos a la puesta en funcionamiento del plan corren a cargo del Instalador, y se consideran incluidos en los precios del contrato. Las medidas de este plan podrían ser: formación del personal en materia de seguridad e



higiene, carteles y señales de riesgo en la obra, mantenimiento de limpieza y seguridad en la obra, protecciones de las distintas instalaciones, suministro de Equipos de Protección Individual (EPIs) y Colectiva,...

En la ejecución del proyecto se debe fundar un Comité de Seguridad compuesto por una persona de cada empresa participante en la obra (carpinteros, electricistas, fontaneros,... si cada gremio fuera de empresas distintas), que se debe encargar de aplicar las medidas adoptadas por el Comité en su empresa y en la obra. Los gastos de este Comité se repartirán entre las distintas empresas proporcionalmente. Este Comité además se encargará de pasar los partes de accidentes que causen baja en el empleo a la Propiedad.

El incumplimiento de las obligaciones del Instalador o del Comité en cuestión de Seguridad e Higiene no implicará responsabilidad alguna sobre la Propiedad.

4.3.2.4 En relación a los materiales

El Instalador tiene la obligación de saber la procedencia de todos los materiales y deberá presentar los albaranes de entrega de los materiales que constituyen la instalación si así se lo requieren. Además, todos los materiales que instale llevarán impreso en un lugar visible la marca y el modelo que deberán coincidir con las referencias que se dan en los documentos del proyecto.

4.3.2.5 Una vez finalizada la obra

Al finalizar la instalación, el Instalador entregará a la Propiedad los diversos certificados de garantía de los equipos, así como los documentos de Recepción que se reseñan en las normativas correspondientes.

Una vez terminadas las instalaciones, la empresa instaladora realizará ante la Dirección Facultativa las pertinentes pruebas de funcionamiento, durante el tiempo necesario para comprobar que la instalación se ha ejecutado correctamente. Durante la ejecución de las pruebas el Instalador queda obligado a reparar, a su costa, cuantos defectos y deformaciones se pudieran apreciar.

Se establece un periodo de garantía mínima de un año para todos los elementos de la instalación que comenzará a contarse a partir del momento en que terminen las pruebas con el visto bueno de la Dirección Facultativa.

Transcurrido el plazo de garantía se procederá a realizar la recepción definitiva de las instalaciones, quedando relevado, el Instalador, de toda responsabilidad.

4.3.3 A cargo de la propiedad

El Instalador, durante la ejecución de los trabajos tendrá derecho a disponer de un local suficientemente amplio para almacenamiento de sus materiales y herramientas, provisto de cerradura o candado, de manera que, tan sólo él, tenga acceso al mismo y siendo de su responsabilidad el extravío o robo de materiales.

Asimismo, se le suministrará por cuenta de la Propiedad energía eléctrica y agua durante el tiempo de montaje.

Podrá disponer de los elementos de transporte horizontal y vertical que existan en obra para cuya utilización deberá previamente ponerlo en conocimiento de la Propiedad.

4.3.4 Fianza



La fianza que, en concepto de garantía, se retendrá al Instalador será de un 7% de los pagos que se establezcan en contrato. Dicha fianza se le devolverá una vez finalizado el plazo de garantía.

Dicha fianza sería retenida o utilizada por la Propiedad en caso que el Instalador se negase a realizar por su cuenta los trabajos para ultimar la instalación en las condiciones o en caso de su demora indefinida. Esta utilización de la fianza no perjudica a las acciones legales que la Propiedad tenga derecho.

4.3.5 Rescisión de contrato (Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios)

Artículo 124. La rescisión administrativa de los contratos deberá ser el último medio que las dependencias y entidades utilicen, ya que en todos los casos, previamente, deberán promover la ejecución total de los trabajos y el menor retraso posible.

En el caso de rescisión, las dependencias y entidades optarán por aplicar retenciones o penas convencionales antes de iniciar el procedimiento de rescisión, cuando el incumplimiento del contrato derive del atraso en la ejecución de los trabajos.

Artículo 125. Cuando la Propiedad sea la que determine rescindir un contrato, dicha rescisión operará de pleno derecho y sin necesidad de declaración judicial, bastando para ello que se cumpla el procedimiento que para tal efecto se establece en la Ley; en tanto que si es el Instalador quien decide rescindirlo, será necesario que acuda ante la autoridad judicial federal y obtenga la declaración correspondiente.

Artículo 126. Cuando se obtenga la resolución judicial que determine la rescisión del contrato por incumplimiento de alguna de las obligaciones, imputables a la Propiedad, se estará a lo que resuelva la autoridad judicial.

Artículo 127. La Propiedad procederá a la rescisión administrativa del contrato cuando se presente alguna de las siguientes causas:

I. Si el Instalador, por causas imputables a él, no inicia los trabajos objeto del contrato dentro de los quince días siguientes a la fecha convenida sin causa justificada conforme a la Ley y este Reglamento;

II. Si interrumpe injustificadamente la ejecución de los trabajos o se niega a reparar o reponer alguna parte de ellos, que hubiere sido detectada como defectuosa por la Propiedad o la Dirección Facultativa;

III. Si no ejecuta los trabajos de conformidad con lo estipulado en el contrato o sin motivo justificado no acata las órdenes dadas por el residente de obra o por el supervisor;

IV. Si no da cumplimiento a los programas de ejecución por falta de materiales, trabajadores o equipo de construcción y, que a juicio de la Propiedad, el atraso pueda dificultar la terminación satisfactoria de los trabajos en el plazo estipulado.

No implicará retraso en el programa de ejecución de la obra y, por tanto, no se considerará como incumplimiento del contrato y causa de su rescisión, cuando el atraso tenga lugar por la falta de información referente a planos, especificaciones o normas de calidad, de entrega física de las áreas de trabajo y de entrega oportuna de materiales y equipos de instalación permanente, de licencias, y permisos que deba proporcionar o suministrar la Propiedad, así como cuando la Propiedad hubiere ordenado la suspensión de los trabajos;

V. Si es declarado en concurso mercantil en los términos de la Ley de Concursos Mercantiles;



VI. Si subcontrata partes de los trabajos objeto del contrato, sin contar con la autorización por escrito de la Propiedad;

VII. Si cede los derechos de cobro derivados del contrato, sin contar con la autorización por escrito de la Propiedad;

VIII. Si el Instalador no da a la Propiedad y a las dependencias que tengan facultad de intervenir, las facilidades y datos necesarios para la inspección, vigilancia y supervisión de los materiales y trabajos;

IX. Si el Instalador cambia su nacionalidad por otra, en el caso de que haya sido establecido como requisito, tener una determinada nacionalidad;

X. Si siendo extranjero, invoca la protección de su gobierno en relación con el contrato, y en general, por el incumplimiento de cualquiera de las obligaciones derivadas del contrato, las leyes, tratados y demás aplicables.

Las dependencias y entidades, atendiendo a las características, magnitud y complejidad de los trabajos, podrán establecer en los contratos otras causas de rescisión.

Artículo 128. En la notificación que la Propiedad realicen al Instalador respecto del inicio del procedimiento de rescisión, se señalarán los hechos que motivaron la determinación de dar por rescindido el propio contrato, relacionándolos con las estipulaciones específicas que se consideren han sido incumplidas.

Artículo 129. Si transcurrido el plazo que señala la fracción I del artículo 61 de la Ley, el Instalador no manifiesta nada en su defensa o si después de analizar las razones aducidas por éste, la Propiedad estima que las mismas no son satisfactorias, emitirá por escrito la determinación que proceda.

Los trámites para hacer efectivas las garantías se iniciarán a partir de que se dé por rescindido el contrato.

Artículo 130. El acta circunstanciada de la rescisión deberá contener, como mínimo, lo siguiente:

I. Lugar, fecha y hora en que se levanta;

II. Nombre y firma del residente de obra de la Propiedad y, en su caso, del supervisor y del superintendente de construcción del Instalador;

III. Descripción de los trabajos y de los datos que se consideren relevantes del contrato que se pretende rescindir;

IV. Importe contractual considerando, en su caso, los convenios de modificación;

V. Descripción breve de los motivos que dieron origen al procedimiento de rescisión, así como de las estipulaciones en las que el Instalador incurrió en incumplimiento del contrato;

VI. Relación de las estimaciones o de gastos aprobados con anterioridad al inicio del procedimiento de rescisión, así como de aquéllas pendientes de autorización;

VII. Descripción pormenorizada del estado que guardan los trabajos;

VIII. Periodo de ejecución de los trabajos, precisando la fecha de inicio y terminación contractual y el plazo durante el cual se ejecutaron los trabajos;

IX. Relación pormenorizada de la situación legal, administrativa, técnica y económica en la que se encuentran los trabajos realizados, y los pendientes por ejecutar, y constancia de que el Instalador entregó toda la documentación necesaria para que la Propiedad pueda hacerse cargo y, en su caso, continuar con los trabajos.



La determinación de dar por rescindido administrativamente el contrato, no podrá ser revocada o modificada por la Propiedad.

Artículo 131. La Propiedad podrá, junto con el Instalador, dentro del finiquito, conciliar los saldos derivados de la rescisión con el fin de preservar los intereses de las partes.

Artículo 132. La Propiedad podrá hacer constar en el finiquito, la recepción de los trabajos que haya realizado el Instalador hasta la rescisión del contrato, así como de los equipos, materiales que se hubieran instalado en la obra o servicio o se encuentren en proceso de fabricación, siempre y cuando sean susceptibles de utilización dentro de los trabajos pendientes de realizar, debiendo en todo caso ajustarse a lo siguiente:

I. Sólo podrá reconocerse el pago de aquellos materiales y equipos que cumplan con las especificaciones particulares de construcción, normas de calidad y hasta por la cantidad requerida para la realización de los trabajos faltantes de ejecutar, de acuerdo con el programa de ejecución vigente, a la fecha de rescisión;

II. El reconocimiento de los materiales y equipos de instalación permanente se realizará invariablemente a los precios estipulados en los análisis de precios del contrato o, en su caso, a los precios de mercado; afectándose los primeros con los ajustes de costos que procedan; no se deberá considerar ningún cargo adicional por indirectos, financiamiento, fletes, almacenajes y seguros. Se entenderá por precio de mercado, el precio del fabricante o proveedor, en el momento en que se formalizó el pedido correspondiente, entre el Instalador y el proveedor;

III. Se deberán reconocer al Instalador los anticipos amortizados, así como los pagos que a cuenta de materiales y fabricación de equipos haya realizado el Instalador al fabricante o proveedor de los mismos, siempre y cuando éste se comprometa a entregarlos, previo el pago de la diferencia a su favor, y en el caso de que existan fabricantes o proveedores que tengan la posesión o propiedad de los equipos y materiales que la Propiedad necesite, ésta bajo su responsabilidad, podrá subrogarse en los derechos que tenga el Instalador, debiendo seguir los criterios señalados en las fracciones anteriores.

Artículo 133. El sobrecosto es la diferencia entre el importe que le representaría a la Propiedad concluir con otro Instalador los trabajos pendientes, y el costo de la obra no ejecutada al momento de rescindir el contrato.

El sobrecosto que se determine al elaborar el finiquito, será independiente de las garantías, penas convencionales y demás cargos que deban considerarse en la rescisión administrativa.

Artículo 134. Para la determinación del sobrecosto y su importe, la Propiedad procederá conforme a lo siguiente:

I. Cuando la Propiedad rescinda un contrato y exista una propuesta solvente susceptible de adjudicarse, el sobrecosto será la diferencia entre el precio de la siguiente propuesta más baja y el importe de la obra no ejecutada conforme al programa vigente, aplicando los ajustes de costos que procedan, y cuando una propuesta no sea susceptible de adjudicarse, la determinación del sobrecosto deberá reflejar el impacto inflacionario en el costo de la obra no ejecutada conforme al programa vigente, hasta el momento en que se notifique la rescisión, calculado conforme al procedimiento de ajustes de costos pactado en



el contrato, debiendo agregarse un importe equivalente al diez por ciento de los trabajos faltantes por ejecutar.

4.3.6 Pago de obra

Para realizar el pago del coste de la obra se realizarán certificaciones mensuales. Para ello se medirán mensualmente sobre las partes realmente ejecutadas del proyecto las unidades de obra. La medición de la obra realizada en un mes se llevará a cabo en los ocho primeros días siguientes a la fecha de cierre de certificaciones, estableciendo el periodo de un mes a partir de la fecha de comienzo de la obra.

Las mediciones y valoraciones efectuadas serán utilizadas para la redacción de las certificaciones mensuales, y éstas son la base para calcular el precio que debe pagar la Propiedad al Instalador. La redacción de las certificaciones corresponde a la Propiedad. Las certificaciones y los pagos no implican la recepción de las obras ni tienen carácter definitivo, pudiendo ser modificadas en certificaciones posteriores o definitivamente en el pago final.

El Instalador puede no estar conforme con alguna certificación, y para su modificación deberá exponer por escrito y en un tiempo máximo de diez días a partir de la fecha de entrega de la certificación por parte de la Propiedad los motivos de su reclamación y el coste de la misma. Entonces la Propiedad verá si considera o no dicha reclamación y en cualquier caso, el retraso en el pago por ésta no se considerará como demora y por lo tanto no podrá ser utilizada para incrementar el precio de la certificación. Una vez pasado el plazo de diez días o si no se pudiera realizar la medición de las unidades de obra tal y como se realizó en su momento por el avance de las obras se considerará la validez de la certificación y por lo tanto no se admitirá ningún tipo de reclamación. Los precios de unidades de obra, así como los de los materiales, maquinaria y mano de obra que no figuren entre los contratados, se fijarán entre el Director de Obra y el Instalador. Estos precios deberán ser presentados por el Instalador debidamente especificados.

Los precios deberán ser presentados por el Contratista debidamente especificados, y la negociación de ellos será independiente de la ejecución de la unidad de obra, por lo que deberá realizar dicha obra una vez recibida la orden.

Mientras no haya acuerdo o entendimiento entre las partes se certificará la base de los precios establecidos por la Propiedad. Cuando haya acuerdo, el precio podrá certificarse a cuenta de acopios de materiales en la cantidad que la Dirección de Obra estime oportuno. En la liquidación final no podrán darse pagos por excesos de materiales, ya que estos correrán siempre a costa del Instalador.

Las certificaciones por revisión irán separadas de las mensuales y el abono de dichas certificaciones no presupone la aceptación de los materiales en cuanto a su calidad, ya que la comprobación se realizará en el momento de puesta en obra. Del importe de certificaciones será descontado el porcentaje previamente fijado para el fondo de garantía.

Las certificaciones serán abonadas en el plazo de 120 días siguientes desde la fecha en que quede firmada cada una de las certificaciones, y el abono será por transferencia bancaria. Si no se cumplen los plazos de pago, el Instalador mediante una solicitud de demora podrá solicitar intereses por retraso, que serán proporcionales a la tardanza. El tipo de interés por el retraso quedará impuesto por el Banco de España como tipo de descuento comercial para dicho periodo.



4.4 CONDICIONES TÉCNICAS

4.4.1 Calidad de los materiales en general

Los materiales que intervengan en la instalación serán nuevos, de reciente fabricación y no habrán sido utilizados en ensayos o en otras instalaciones.

Los materiales a suministrar por la Empresa Instaladora serán los reseñados en el presupuesto y en los planos, en todo cuanto concierne a la parte mecánica, no siendo de su incumbencia el suministro de los materiales de obra civil, que correrán por cargo de la Propiedad.

Los materiales se deberán utilizar e instalar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante correspondiente, siempre que no haya contradicciones con los documentos del proyecto.

4.4.2 Los materiales eléctricos

4.4.2.1 Código de identificación de los conductores

El color de su aislamiento es la base del código que diferencia a unos conductores de otros:

- Azul claro: conductor de neutro.
- Amarillo-Verde: conductor de tierra y protección.
- Marrón, negro y gris: conductores activos.
-

Todos los cables que pertenezcan a un circuito deberán ir rotulados con su identificación sobre el propio cable.

4.4.2.2 Conductores activos

Los cables utilizados para la instalación eléctrica deberán ser de cobre y la proporción mínima en cobre electrolítico será del 99%.

Las conexiones se efectuarán, siempre que sea posible, mediante terminales de presión, y únicamente se retirará la envoltura (del cable) indispensable para realizar la unión, es decir, sin que el cable pelado sobresalga del borne.

Las derivaciones se realizarán siempre con bornes o en cajas especializadas, jamás se harán empalmes de torsión con cubrimiento de cinta.

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios, es decir, escogeremos el que nos dé una mayor sección:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes la ITC-REBT-44 para receptores de alumbrado y la ITC-REBT-47 para receptores de motor.



- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 4,5% de la tensión nominal para alumbrado, y menor del 6,5% para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1.5%. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.

Deberá tenerse en cuenta la caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores, no debiendo provocar esto condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de contactores, parpadeo de alumbrado,...

La sección del conductor de neutro será la especificada en la ITC-REBT-07, que se establece en función de la sección de los conductores de fase de la instalación.

4.4.2.3 Conductores de protección

Estos conductores sirven para unir eléctricamente las masas de la instalación y la conexión de estas al conductor de tierra con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

La sección de los conductores de protección será la indicada en la tabla 19.1 de la ITC REBT-19. Si la indicación conduce a valores no normalizados, se utilizará la sección superior más cercana. Esta sección puede ser utilizada siempre y cuando el conductor de protección esté realizado del mismo material que los conductores activos.

Cuando el conductor de protección este fuera de la canalización de alimentación la sección de dichos conductores será de 2.5 mm² (si disponen de protección mecánica) ó de 4 mm² (si no disponen de protección mecánica).

4.4.2.4 Tubos protectores

Los tubos protectores serán distintos si van empotrados o por falso techo que serán de PVC no propagadores de llamas normales o si van por montaje superficial, que serán rígidos blindados estancos de PVC o de acero galvanizado.

El diámetro de los tubos deberemos sacarlo a partir de las diferentes tablas de la ITC-REBT 21.

4.4.2.5 Interruptores, conmutadores y tomas de corriente

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán de material aislante y permitirán como mínimo un total de 10000 maniobras de apertura y cierre con su carga nominal. Además tendrán el espacio suficiente para que ninguna de sus piezas supere los 65 °C de temperatura. Deberán llevar marcada la tensión y la corriente nominal.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominal y dispondrán de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en las paredes, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado. En caso de que



existan más de una toma colindante deberán alojarse en la misma caja, la cual deberá estar suficientemente dimensionada para que no se produzcan contactos.

4.4.2.6 Cajas de empalmes y derivaciones

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. La profundidad mínima será de 40 mm y su diámetro o lado interior mínimo de 60 mm. Si se desea que estas cajas sean estancas, se utilizara para empalmar los cables prensaestopas o recubrimiento de cola especial. La tapa de las cajas irá atornillada por lo menos en dos puntos.

Las dimensiones mínimas de caja a utilizar serán de 100 x 100 mm. Las cajas que se instalen superficialmente deberán estar unidas en dos puntos como mínimo.

Los agujeros de las paredes de la caja para la entrada de los tubos serán ajustados al diámetro de ellos.

4.4.2.7 Aparatos de protección

Los interruptores magnetotérmicos serán de accionamiento manual y podrán cortar la corriente máxima del circuito en el que se coloquen sin sufrir ningún tipo de daño por temperatura. Solo tendrán 2 posiciones, y no permitirán la formación de arcos eléctricos permanentes.

Los interruptores serán de corte omnipolar y cuando los magnetotérmicos o los diferenciales no aguanten las corrientes de cortocircuito irán protegidos con fusibles calibrados, que serán distintos dependiendo del circuito que protejan.

4.4.2.8 Cuadros de protección y maniobra

Los cuadros serán metálicos contruidos con chapa de acero y del color que la Dirección Técnica decida. Los paneles estarán elevados respecto al suelo, y si se encuentran en talleres, por seguridad, se encontrarán como mínimo a 60 cm.

Los cuadros estarán debidamente puestos a tierra mediante cobre electrolítico y los cables que entren y salgan de él deberán hacerlo por debajo, salvo contraindicación de la Dirección Técnica.

El cierre de la puerta podrá ser con cerradura o a presión, pero se suele utilizar este segundo método a no ser que se especifique lo contrario.

El conexionado entre los dispositivos de protección situados en los cuadros se ejecutará ordenadamente, disponiendo de regletas de conexionado para los conductores activos y para el conductor de protección.

4.4.2.9 Alumbrado

Las lámparas y tubos de descarga deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Deberán quedar fuera del alcance de la mano tanto las lámparas como las conexiones.



- Los interruptores destinados a estas lámparas estarán previstos para cargas inductivas o en su defecto, tendrán una capacidad de corte no inferior a dos veces la intensidad del receptor o receptores.
- Los circuitos de alimentación a lámparas o tubos de descarga estarán previstos para transportar las cargas previstas para los receptores, a los elementos asociados y a sus correspondientes armónicos. La carga mínima prevista será 1.8 la potencia de los receptores.
- Todas las partes bajo tensión, excepto las partes destinadas a iluminar, estarán protegidas con elementos aislantes o metálicos puestos a tierra.

4.4.2.10 Alumbrados especiales

Las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación del alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen.

La alimentación del alumbrado de emergencia será automática en el momento que se produzca un corte breve.

Alumbrado de seguridad

Es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona.

El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal.

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Sólo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

Alumbrado de evacuación

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux.

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

Alumbrado ambiente

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.



El alumbrado ambiente debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0.5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 metro.

El alumbrado ambiente deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminación prevista.

4.4.3 Normas de ejecución en general

Se realizará la instalación de forma que permita la fácil introducción y retirada de los conductores, tanto en las bandejas como en los tubos, siempre, que estos estén colocados previamente.

No se permitirán más de tres conductores en los bornes por cada extremo de conexión.

Es preferible la utilización de interruptores omnipolares, pero en el caso de utilizarse unipolares, este deberá seccionar el conductor activo.

No se utilizará un mismo conductor de neutro para varios circuitos. Cualquier conductor, activo o no, podrá seccionarse en cualquier punto de la instalación.

Las tomas de corriente de una habitación deben estar conectadas a una misma fase, y si esto no fuera así, las tomas con distintas fases deberían estar separadas al menos 1.5 metros. Todas las tomas deberán tener un contacto de toma a tierra, ya que es obligatorio que los aparatos de uso en la actividad lleven enchufes con dispositivos de toma a tierra.

Todos los interruptores o pulsadores de maniobra deberán ser de material aislante.

Los circuitos eléctricos deberán ir protegidos contra sobreintensidades (interruptores automáticos) o cortocircuito (fusibles), que irán dispuestos sobre el conductor activo.

Deberá disponerse de un punto de puesta a tierra accesible y señalizado para poder medir la resistencia de tierra.

4.4.4 Normas de ejecución en la instalación eléctrica

4.4.4.1 Canalizaciones con tubos protectores en montaje interior

Para las canalizaciones bajo tubos protectores se tendrán en cuenta las siguientes preinscripciones:

- Las canalizaciones se harán siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las paredes que limitan el local donde se realiza la instalación.
- Los tubos deberán unirse entre sí mediante los accesorios adecuados para que se asegure la continuidad de la protección que dan a los conductores. Si los tubos debieran ser estancos, los empalmes se podrán recubrir con cola.
- Las curvas en los tubos no reducirán la sección mínima que especifica el fabricante.
- Deberá ser fácil la introducción de los conductores después de estar montados los tubos, por lo que se disponen de registros a 15 metros como máximo si son tramos rectos, y pudiendo haber 3 curvas como máximo entre registros. Dichos registros pueden servir además como cajas de derivación o empalme, siempre que las conexiones se realicen con los bornes de conexión adecuados.



- Si se colocan tubos metálicos deberá tenerse en cuenta los fenómenos de condensación que se pueden dar en ellos, asegurando la evacuación del agua que se cree y su ventilación adecuada. Además se deberá tener en cuenta que los bordes no tengan rebabas que puedan dañar los conductores. Los conductores metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra, con una distancia máxima entre puestas a tierra de diez metros, y jamás se podrá utilizar los tubos como conductor de protección o neutro.
- Para evitar los efectos del frío y el calor por instalaciones colindantes se protegerán las canalizaciones con pantallas de protección de calor, con distancia suficiente entre las distintas instalaciones o con materiales aislantes adecuados.

4.4.4.2 Canalizaciones con tubos protectores en montaje superficial

Cuando las canalizaciones se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta también las siguientes preinscripciones:

- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose y usando las bridas o abrazaderas necesarias, siempre que estas estén protegidas contra corrosión y sólidamente sujetas.
- La altura de los tubos deberá ser superior a los 2,50 metros, siempre que sea posible, para evitar daños mecánicos.

4.4.4.3 Conductores en bandeja

Sólo se utilizan conductores aislados con cubierta, unipolares o multipolares. La anchura de las bandejas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible por la bandeja en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes,... tendrán la misma calidad y características que la bandeja. Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paredes mediante herrajes, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y deberán estar perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes mediante soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

4.4.4.4 Normas eléctricas en presencia de otras canalizaciones no eléctricas

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por lo tanto, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de



agua, de gas,... a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

4.4.4.5 Acceso a las instalaciones

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, cambios,...

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismo, interruptores, bases, reguladores,... instalados en los locales húmedos o mojados serán de material aislante.

4.4.4.6 Alumbrado

La masa de las luminarias suspendidas de cables flexibles no deben exceder de 5 Kg. Los conductores que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección.

El uso de lámparas de gases con descargas a Alta Tensión, como por ejemplo las de neón, se permitirá cuando su ubicación esté fuera del local o cuando se instalen envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque.

Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1.8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor de neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0.9.

4.4.4.7 Motores

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.



Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125% de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección para ambas conexiones.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor como consecuencia del restablecimiento de la tensión pueda provocar accidentes o perjudicar al motor.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieron producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0.75 KW deben estar previstos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el periodo de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada:

- De 0,75 KW a 1,5 KW 4,5
- De 1,5 KW a 5 KW 3
- De 5 KW a 15 KW 2
- Más de 15 KW 1,5

4.4.4.8 Puesta a tierra

Las puestas a tierra se establecen principalmente con el fin de limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurando la actuación de las protecciones y disminuyendo el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa de una parte del circuito o de una parte conductora mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de ellos. Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.



- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencia externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

4.4.4.9 Uniones a tierra

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por: barras, tubos, pletinas, conductores desnudos (de cobre), placas, anillos o mallas metálicas, armaduras de hormigón enterradas (excepto las pretensadas) u otras estructuras que se demuestre que son apropiadas.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0.5 m.

La sección de los conductores de tierra cuando están enterrados debe estar acorde con la tabla 2 de la ITC-REBT-18.

4.4.5 Centro de transformación

4.4.5.1 Obra civil

Los Centros estarán constituidos enteramente con material no combustible, y los elementos delimitadores del Centro (muros exteriores, cubierta, puertas,...) deberán tener una resistencia al fuego de acuerdo con la norma NBE CPI-96.

Los muros del Centro deberán tener entre sus parámetros una resistencia mínima de 100000Ω . La medición de esta resistencia se realizará aplicando una tensión de 500 V entre dos placas de 100 cm^2 cada una.

El Centro de Transformación tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmita niveles sonoros superiores a 30 dB durante la noche y de 55 dB durante el día. Ninguna de las aberturas del centro (rejillas) permitirá el paso de un objeto de 12 mm de diámetro, y las rejillas que den a partes con tensión no dejarán pasar objetos de más de 2.5 mm de diámetro.

4.4.5.2 Aparamenta de alta tensión

La Aparamenta de Alta Tensión estará constituida por conjuntos compactos que se encontrarán bajo envolventes metálicas, y estarán diseñados para una tensión admisible de 24 KV.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra será un único aparato que tenga tres posiciones (abierto, cerrado y puesto a tierra), con el fin de imposibilitar el cierre simultáneo del interruptor y del seccionador de puesta a tierra. Dicho elemento deberá ser capaz de soportar la intensidad nominal que vaya a circular por él y de soportar más de 100 maniobras de apertura y cierre.

4.4.5.3 Características constructivas



Los conjuntos compactos deberán tener una envolvente única con dieléctrico de hexafluoruro de azufre (SF₆). Toda la Aparamenta estará agrupada en el interior de una cuba metálica estanca rellena de hexafluoruro de azufre. En la cuba habrá una sobrepresión de 0,3 bar sobre la presión atmosférica. Se deberá encontrar sellada de tal forma que garantice que al menos durante 30 años no sea necesaria la reposición de gas. La cuba cumplirá la norma CEI 56. En la parte posterior se dispondrá de un sistema que asegure la evacuación de las eventuales sobrepresiones que puedan producirse sin daño ni para el operario ni para las instalaciones.

La seguridad de explotación será completada por los dispositivos de enclavamiento por candados existentes en cada uno de los ejes de accionamiento.

Los cables se conectarán desde la parte frontal de las cabinas y los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura cómoda.

El interruptor-seccionador tendrá un esquema del circuito principal donde se vea su eje de accionamiento. También se añadirá a este esquema la posición en la que se encuentre el interruptor-seccionador.

Compartimento de aparallaje

Estará relleno de SF₆ y sellado de por vida. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación. La presión relativa de llenado será de 0.3 bar.

Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter. Los gases serán canalizados hacia la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección a la parte frontal. Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador. El seccionador de puesta a tierra dentro del SF₆, deberá tener un poder de cierre en cortocircuito de 40 KA. El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

Compartimento de juego de barras

Se compondrá de tres barras aisladas de cobre conexionadas mediante tornillos de cabeza Allen de métrica 8.

Compartimento de conexión de cables

Se podrán conectar cables ecos y cables con aislamiento de papel impregnado. Las extremidades de los cables serán simplificadas para cables secos o termorretráctiles para cables de papel impregnado.

Compartimento de mando

Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra los siguientes accesorios si se requieren posteriormente:

- Motorizaciones
- Bobinas de cierre y/o apertura
- Contactos auxiliares



Este compartimento deberá ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos manteniendo la tensión en el Centro.

Compartimento de control

Si se trata de mandos motorizados, el compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión tanto en barras como en los cables.

Fusibles

En la protección ruptofusible se utilizarán fusibles del modelo y calibre indicados en el capítulo de Cálculos de este proyecto. Se instalarán en tres compartimentos individuales estancos, cuya apertura estará enclavada con el seccionador de puesta a tierra, el cuál pondrá a tierra ambos extremos de los fusibles.

4.4.5.4 El transformador

El transformador a instalar será trifásico con neutro accesible en Baja Tensión, refrigeración natural en baño de aceite, con regulación de tensión primaria mediante conmutador accionable estando el transformador desconectado, servicio continuo y demás características detalladas en la memoria. La colocación del transformador se realizará de forma que éste quede correctamente instalado sobre vigas de apoyo.

Normas de ejecución de las instalaciones

Todas las normas de construcción e instalación del Centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas. Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de la propia compañía eléctrica.

Deberá tenerse cuidado con los materiales, de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo quitar y reemplazar todos los que hubieran sufrido algún desperfecto.

Pruebas reglamentarias

La Aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada. Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de una entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores: resistencia de aislamiento de la instalación y del sistema de puesta a tierra y la tensión de paso y de contacto.

4.4.5.5 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

Prevenciones generales



- Queda prohibida la entrada en el Centro a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.
- Se instalarán en sitios visibles y en su entrada placas con el símbolo de “Peligro de muerte”.
- No está permitido tener en el interior del local nada más excepto lo destinado al servicio del Centro (banqueta, guantes,...).
- No está permitido fumar ni encender ningún tipo de combustible en el local, y en caso de incendio no se utilizará agua.
- No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión sin encontrarse sobre la banqueta, aunque se esté aislado.
- En un sitio visible, en el interior del Centro, deberá estar el presente reglamento y el esquema de todas las conexiones de la instalación.

Puesta en servicio

Se conectarán primero los seccionadores de Alta Tensión, y a continuación el interruptor de Alta Tensión, dejando de esta forma el transformador en vacío. Seguido se conectará el interruptor general de Baja Tensión, y por último a la maniobra de la red de Baja Tensión.

Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o se fundiera un fusible, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la instalación y si se observase alguna irregularidad, se notificará en ese instante a la empresa suministradora (Iberdrola).

Separación de servicio

Se procederá en orden inverso al del párrafo uno del apartado anterior.

Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.

Con el propósito de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores así como en las bornas de fijación de las líneas de Alta y Baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida asiduidad. Si se tuviera que intervenir en la parte de la línea comprendida entre la celda de entrada y el seccionador aéreo exterior, se avisará por escrito a la compañía suministradora de la electricidad para que corte la corriente en la línea alimentadora. Los trabajos no podrán comenzar sin la conformidad de la compañía, que no restablecerá el servicio hasta recibir, con las debidas garantías, notificación de que la línea de Alta se encuentra en perfectas condiciones, para garantizar la seguridad de personas e instrumentos.

La limpieza se hará sobre banqueta y con trapos perfectamente secos. El aislamiento necesario para garantizar la seguridad personal sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en otros objetos que estén puestos a tierra.

Prevenciones especiales

No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.



No debe de sobrepasar los 60 °C la temperatura del líquido refrigerante en los aparatos que lo tuvieran, y cuando se precise cambiarlo, se empleará de la misma calidad y características.

Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra, y se vigilará el buen estado de los aparatos, poniendo en conocimiento de la compañía suministradora cualquier anomalía en el funcionamiento del Centro para su corrección.



4.5 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

El usuario de las instalaciones, a fin de disponer de plenas garantías de seguridad en el uso de las mismas, deberá conectar los receptores en las condiciones de seguridad a la que está preparada la instalación:

- Las máquinas portátiles y otros aparatos que deban conectar deberán disponer de clavijas adecuadas para la conexión de dicha maquinaria tanto a los conductores de fase y neutro como al de protección o tierra.
- No sustituir ninguna lámpara ni realizar operación alguna en los receptores sin haberse antes cerciorado de que no hay posibilidad de existencia de corriente en el punto de manipulación, para lo cual lo más seguro será desconectar el interruptor Magnetotérmico del circuito al que pertenece dicho punto o desconectar el interruptor general.



4.6 CERTIFICADO Y DOCUMENTACIÓN QUE DEBE DISPONER EL TITULAR

A efectos de legalizar las instalaciones, se deberá disponer de la siguiente documentación:

- Empresa Promotora
 - Nombre de la empresa
 - CIF y domicilio fiscal o Nombre, apellidos y DNI del representante legal
- Instalador autorizado
 - Nombre de la empresa instaladora
 - Número de Carnet de Instalador Autorizado
 - Categoría y especialidad del Instalador
 - Domicilio fiscal
 - Certificados de Instalación Eléctrica en Baja Tensión
- Director de la Instalación Eléctrica:
 - Certificado de final de obra



PAMPLONA, 17 DE FEBRERO DE 2012

ARITZ AZPARREN DÍAZ



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL
EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN”

DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO

Alumno: Aritz Azparren Díaz

Tutor: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 17 de Febrero de 2012



5. PRESUPUESTO



ÍNDICE

5.1 CAPÍTULO 1: DERIVACIÓN INDIVIDUAL	4
5.1.1 Derivación Individual.....	4
5.1.2 Resumen del capítulo 1	4
5.2 CAPÍTULO 2: CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	5
5.2.1 Cuadro general de distribución	6
5.2.2 Resumen del capítulo 2	6
5.3 CAPÍTULO 3: CUADROS SECUNDARIOS DE PROTECCIÓN	7
5.3.1 Cuadro auxiliar 1	7
5.3.2 Cuadro auxiliar 2.....	8
5.3.3 Cuadro auxiliar 3.....	9
5.3.4 Cuadro auxiliar 4.....	11
5.3.5 Cuadro auxiliar 5.....	12
5.3.6 Resumen del capítulo 3	13
5.4 CAPÍTULO 4: CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES.....	14
5.4.1 Conductores.....	14
5.4.2 Tubos y bandeja	15
5.4.3 Resumen del capítulo 4	15
5.5 CAPÍTULO 5: PUESTA A TIERRA.....	16
5.5.1 Puesta a tierra	16
5.5.2 Resumen del capítulo 5	16
5.6 CAPÍTULO 6: ALUMBRADO	17
5.6.1 Alumbrado interno	17
5.6.2 Alumbrado de emergencia	18
5.6.3 Resumen del capítulo 6	18
5.7 CAPÍTULO 7: TOMAS DE CORRIENTE Y ELEMENTOS VARIOS.....	19
5.7.1 Tomas y elementos varios.....	19
5.7.2 Resumen del capítulo 7	20
5.8 CAPÍTULO 8: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	21
5.8.1 Edificio prefabricado.....	21
5.8.2 Cuadros, protecciones y conducciones en baja tensión	21
5.8.3 Puesta a tierra del centro de transformación	23
5.8.4 Equipo de seguridad.....	23
5.8.5 Resumen del capítulo 8	24
5.9 CAPÍTULO 9: COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA.....	25
5.9.1 Compensación de la energía reactiva.....	25
5.9.2 Resumen del capítulo 9	25



5.10 CAPÍTULO 10: EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD	26
5.10.1 Equipo de seguridad y salud	26
5.10.2 Resumen del capítulo 10	27
5.11 RESUMEN DE TODOS LOS CAPÍTULOS.....	28



CAPÍTULO 1: DERIVACIÓN INDIVIDUAL

5.1.1 Derivación Individual

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 3x400 mm ² cobre. Incluso mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material	156	219,2	34195,2
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 1x185 mm ² cobre. Incluso mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material	52	87,53	4551,56
Metros	Tubo de PVC corrugado de doble pared, de 200 mm de diámetro, de 2,7 mm de espesor, liso por el interior y corrugado por el exterior, color rojo FU 15 R de resistencia al aplastamiento 450 N. Marca AISCAN DRN. Incluso mano de obra de instalación y pequeño material	40	10,03	401,2
Unidades	Arqueta de registro de 400x400x400 mm colocada en solera de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 10 cm de espesor para facilitar el tendido de cables. Incluso mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material	1	63,75	63,75
Unidades	Zanja de 35x80 cm para instalaciones. Incluso mano de obra de instalación y pequeño material	1	18,61	18,61
			Total	39230,32

5.2.2 Resumen del capítulo 1

Total Capitulo 1	
Descripción	Presupuesto (€)
DI	39230,32
Total	39230,32



5.2 CAPÍTULO 2: CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

5.2.1 Cuadro general de distribución

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Cofret metálico de 96 módulos en 4 filas de la marca Schneider Electric, modelo Pragma 24, superficial. Sus dimensiones son 750x550x148 mm. Incluso cableado, conexionado y mano de obra	1	455,07	455,07
Unidades	Interruptor General de corte omnipolar de 630 A de la marca Schneider Electric, modelo NSX 630N. 50 kA de poder de corte, 4 polos. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	4030,55	4030,55
Unidades	Relé diferencial Schneider Electric de 160 A RH99, sensibilidad de 300mA con toroidal SA de 80 mm de diámetro, 4P. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	536,54	536,54
Unidades	Relé diferencial Schneider Electric de 250 A RH99, sensibilidad de 300mA con toroidal SA de 120 mm de diámetro, 4P	1	726,81	726,81
Unidades	Bloque Diferencial de 125 A de la marca Schneider Electric, modelo Vigí C120. Sensibilidad 300 mA, 4 polos. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	293,45	293,45
Unidades	Bloque Diferencial de 80 A de la marca Schneider Electric, modelo Vigí C120. Sensibilidad 300 mA, 4 polos	1	293,45	293,45
Unidades	Bloque Diferencial de 100 A de la marca Schneider Electric, modelo Vigí C120. Sensibilidad 300 mA, 4 polos. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	293,45	293,45
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 160 A de la marca Schneider Electric, modelo NSX 160N. 36 kA de poder de	1	1000,05	1000,05



	corte, 4 polos, curva C. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados			
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 250 A de la marca Schneider Electric, modelo NSX 250F. 36 kA de poder de corte, 4 polos, curva C	1	2041,62	2041,62
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 125 A de la marca Schneider Electric, modelo C120N. 10 kA de poder de corte, 4 polos, curva C. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	405,98	405,98
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 80 A de la marca Schneider Electric, modelo C120N. 10 kA de poder de corte, 4 polos, curva C	1	366,52	366,52
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 100 A de la marca Schneider Electric, modelo C120N. 10 kA de poder de corte, 4 polos, curva C. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	385,95	385,95
			Total	10829,44

5.2.2 Resumen del capítulo 2

Total Capitulo 2	
Descripción	Presupuesto (€)
C.G.D	10829,44
Total	10829,44



5.3 CAPÍTULO 3: CUADROS SECUNDARIOS DE PROTECCIÓN

5.3.1 Cuadro auxiliar 1

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Cofret metálico de 72 módulos en 3 filas de la marca Schneider Electric, modelo Pragma 24, superficial. Sus dimensiones son 600x550x148 mm. Incluso cableado, conexionado y mano de obra	1	1007,15	1007,15
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 160 A de la marca Schneider Electric, modelo NSX 160N. 36 kA de poder de corte, 4 polos, curva C. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	155,84	155,84
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 10 A de la marca Schneider Electric, modelo iC60H. 10 kA de poder de corte, 4 polos, curva C. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	4	124,12	496,48
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 25 A de la marca Schneider Electric, modelo iC60H. 10 kA de poder de corte, 4 polos, curva C. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	132,71	132,71
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 32 A de la marca Schneider Electric, modelo iC60H. 10 kA de poder de corte, 4 polos, curva C. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	140,75	140,75
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 16 A de la marca Schneider Electric, modelo iC60H. 10 kA de poder de corte, 4 polos, curva C. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	126,61	126,61



Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 20 A de la marca Schneider Electric, modelo iC60N. 6 kA de poder de corte, 2 polos, curva B. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	65,18	65,18
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 20 A de la marca Schneider Electric, modelo iC60H. 10 kA de poder de corte, 4 polos, curva C. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	130,27	130,27
Unidades	Interruptor Diferencial de 63 A de la marca Schneider Electric, modelo iID acti9. Sensibilidad 300 mA, 4 polos. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	320,84	320,84
Unidades	Interruptor Diferencial de 80 A de la marca Schneider Electric, modelo iID acti9. Sensibilidad 300 mA, 4 polos. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	520,47	520,47
Unidades	Interruptor Diferencial de 40 A de la marca Schneider Electric, modelo iID acti9. Sensibilidad 300 mA, 4 polos. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	243,33	243,33
			Total	3339,63

5.3.2 Cuadro auxiliar 2

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Cofret metálico de 120 módulos en 5 filas de la marca Schneider Electric, modelo Pragma 24, superficial. Sus dimensiones son 900x550x148 mm. Incluso cableado, conexionado y mano de obra	1	486,01	486,01
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 250 A de la marca Schneider Electric, modelo NSX 250F. 36 kA de poder de corte,	1	2041,62	2041,62



	4 polos, curva C. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados			
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 10 A de la marca Schneider Electric, modelo iC60H. 10 kA de poder de corte, 4 polos, curva C. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	15	124,12	1861,8
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 20 A de la marca Schneider Electric, modelo iC60N. 6 kA de poder de corte, 2 polos, curva C. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	54,57	54,57
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 20 A de la marca Schneider Electric, modelo iC60H. 10 kA de poder de corte, 4 polos, curva C. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	130,27	130,27
Unidades	Interruptor Diferencial de 63 A de la marca Schneider Electric, modelo iID acti9. Sensibilidad 300 mA, 4 polos. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	3	320,84	962,52
Unidades	Interruptor Diferencial de 40 A de la marca Schneider Electric, modelo iID acti9. Sensibilidad 300 mA, 4 polos. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	243,33	243,33
			Total	5780,12

5.3.3 Cuadro auxiliar 3

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Cofret metálico de 48 módulos en 2 filas de la marca Schneider Electric, modelo Pragma 24, superficial. Sus dimensiones son 450x550x148 mm. Incluso cableado, conexionado y mano de obra	1	295,92	295,92



Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 125 A de la marca Schneider Electric, modelo C120N. 10 kA de poder de corte, 4 polos, curva C. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	405,98	405,98
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 25 A de la marca Schneider Electric, modelo iC60N. 6 kA de poder de corte, 2 polos, curva B. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	2	66,34	132,68
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 20 A de la marca Schneider Electric, modelo iC60N. 6 kA de poder de corte, 2 polos, curva B. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	65,18	65,18
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 10 A de la marca Schneider Electric, modelo iC60N. 6 kA de poder de corte, 2 polos, curva B. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	2	62,06	124,12
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 10 A de la marca Schneider Electric, modelo iC60H. 10 kA de poder de corte, 4 polos, curva C. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	124,12	124,12
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 6 A de la marca Schneider Electric, modelo iC60H. 6 kA de poder de corte, 2 polos, curva B. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	65,38	65,38
Unidades	Interruptor Diferencial de 100 A de la marca Schneider Electric, modelo iID. Sensibilidad 300 mA, 4 polos. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	536,57	536,57



Unidades	Bloque Diferencial de 10 A de la marca Schneider Electric, modelo Quick Vigí iC60. Sensibilidad 300 mA, 4 polos. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	179	179
			Total	1928,95

5.3.4 Cuadro auxiliar 4

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Cofret metálico de 48 módulos en 2 filas de la marca Schneider Electric, modelo Pragma 24, superficial. Sus dimensiones son 450x550x148 mm. Incluso cableado, conexionado y mano de obra	1	294,03	294,03
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 80 A de la marca Schneider Electric, modelo C120N. 10 kA de poder de corte, 4 polos, curva C. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	366,52	366,52
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 10 A de la marca Schneider Electric, modelo iC60N. 6 kA de poder de corte, 2 polos, curva C. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	4	53,04	212,16
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 20 A de la marca Schneider Electric, modelo iC60N. 6 kA de poder de corte, 2 polos, curva B. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	2	65,18	130,36
Unidades	Interruptor Diferencial de 40 A de la marca Schneider Electric, modelo iID. Sensibilidad 30 mA, 4 polos. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	287,74	287,74
Unidades	Interruptor Diferencial de 40 A de la marca Schneider Electric, modelo iID. Sensibilidad 300 mA, 4 polos. Incluso mano de obra de colocación,	1	152,12	152,12



	conexionado y pequeños materiales utilizados			
			Total	1442,93

5.3.5 Cuadro auxiliar 5

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Cofret metálico de 48 módulos en 2 filas de la marca Schneider Electric, modelo Pragma 24, superficial. Sus dimensiones son 450x550x148 mm. Incluso cableado, conexionado y mano de obra	1	292,95	292,95
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 100 A de la marca Schneider Electric, modelo C120N. 10 kA de poder de corte, 4 polos, curva C. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	385,95	385,95
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 10 A de la marca Schneider Electric, modelo iC60N. 6 kA de poder de corte, 2 polos, curva C. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	5	53,04	265,2
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 10 A de la marca Schneider Electric, modelo iC60N. 6 kA de poder de corte, 2 polos, curva B. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	3	62,06	186,18
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 20 A de la marca Schneider Electric, modelo iC60N. 6 kA de poder de corte, 2 polos, curva B. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	65,18	65,18
Unidades	Interruptor Diferencial de 40 A de la marca Schneider Electric, modelo iID. Sensibilidad 30 mA, 4 polos. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	2	287,74	575,48



Unidades	Bloque Diferencial de 25 A de la marca Schneider Electric, modelo Quick Vigi iC60. Sensibilidad 300 mA, 4 polos. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	175,6	175,6
			Total	1946,54

5.3.6 Resumen del capítulo 3

Total Capitulo 3	
Descripción	Presupuesto (€)
C.A.1	3339,63
C.A.2	5780,12
C.A.3	1928,95
C.A.4	1442,93
C.A.5	1946,54
Total	14438,17



5.4 CAPÍTULO 4: CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES

5.4.1 Conductores

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 4x35 mm2 cobre. Incluso mano de obra	45	78,76	3544,2
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 4x25 mm2 cobre. Incluso mano de obra	28	53,86	1508,08
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 1x16 mm2 cobre. Incluso mano de obra	73	8,56	624,88
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 5G16 mm2 cobre. Incluso mano de obra	10	43,89	438,9
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 5G10 mm2 cobre. Incluso mano de obra	29	28,04	813,16
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 5G6 mm2 cobre. Incluso mano de obra	29	17,04	494,16
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 5G4 mm2 cobre. Incluso mano de obra	8	11,84	94,72
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 3G4 mm2 cobre. Incluso mano de obra	129	7,33	945,57
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 1x4 mm2 cobre. Incluso mano de obra	944	2,94	2775,36
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 2x2,5 mm2 cobre. Incluso mano de obra	172	3,92	674,24
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 1x2,5 mm2 cobre. Incluso mano de obra	176	2	352
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 1x1,5 mm2 cobre. Incluso mano de obra	1958	1,45	2839,1
Metros	Cable SZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 2x1,5 mm2 cobre. Incluso mano de obra	153	5,38	823,14
			Total	15927,51



5.4.2 Tubos y bandeja

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Metros	Tubo de acero rígido de la marca Auscan y modelo TME, de 50 mm de diámetro incluido fijaciones y material complementario	12	20	240
Metros	Tubo de PVC corrugado de la marca Auscan y modelo C, de 25 mm de diámetro. Incluido fijaciones y material complementario	2	7,22	14,44
Metros	Tubo de PVC corrugado de la marca Auscan y modelo C, de 20 mm de diámetro. Incluido fijaciones y material complementario	485	7,13	3458,05
Metros	Tubo de PVC corrugado de la marca Auscan y modelo C, de 16 mm de diámetro. Incluido fijaciones y material complementario	40	7,1	284
Metros	Bandeja de rejilla de acero galvanizado de la marca Auscan de dimensiones 300x100, incluidos accesorios y material complementario	100	25,94	2594
			Total	6590,49

5.4.3 Resumen del capítulo 4

Total Capítulo 4	
Descripción	Presupuesto (€)
Conductores	15927,51
Tubos y bandeja	6590,49
Total	22518



5.5 CAPÍTULO 5: PUESTA A TIERRA

5.5.1 Puesta a tierra

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Caja de seccionamiento a tierra de la marca Uriarte, modelo CST 50 incluida mano de obra	1	38,99	38,99
Unidades	Pica de tierra de 2 metros de longitud de acero-cobre. Incluida soldadura aluminotérmica a la red de tierra, otros accesorios y mano de obra.	4	31,75	127
Unidades	Arqueta de registro de instalación de tierra con tapa de registro URIARTE TR-230, de espesor 25 cm y 80 cm de profundidad. Incluida mano de obra.	4	26,27	105,08
Metros	Conductor de cobre desnudo de 50 mm ² de sección. Incluido mano de obra	120	11,68	1401,6
			Total	1672,67

5.5.2 Resumen del capítulo 5

Total Capitulo 5	
Descripción	Presupuesto (€)
Puesta a tierra	1672,67
Total	1672,67



5.6 CAPÍTULO 6: ALUMBRADO

5.6.1 Alumbrado interno

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Luminaria Philips FBH024 2xPL-C/4P18W HF RG. Incluido mano de obra y materiales necesarios para la instalación	13	65,15	846,95
Unidades	Luminaria Philips FBS120 2xPL-C/4P18W HF PG. Incluido mano de obra y materiales necesarios para la instalación	6	92,15	552,9
Unidades	Luminaria Philips FBS120 2xPL-C/4P26W HF PG. Incluido mano de obra y materiales necesarios para la instalación	1	92,15	92,15
Unidades	Luminaria Philips HPK150 1xHPI-P400W-BU P-NB+GPK150 R. Incluido mano de obra y materiales necesarios para la instalación	12	239,84	2878,08
Unidades	Luminaria Philips TBS160 4xTL-D18W HFP C3. Incluido mano de obra y materiales necesarios para la instalación	15	109,92	1648,8
Unidades	Luminaria Philips TCW060 2xTL-D58W HF. Incluido mano de obra y materiales necesarios para la instalación	18	58,77	1057,86
Unidades	Luminaria Philips TCW216 2xTL-D18W HFP. Incluido mano de obra y materiales necesarios para la instalación	2	80,92	161,84
Unidades	Luminaria Philips FWG201 2xPL-C/4P 18 W HF WH. Incluido mano de obra y materiales necesarios para la instalación	6	77	462
Unidades	Lámpara Compacta Philips PL-C/4P18W/840. Incluido mano de obra y materiales necesarios para la instalación	49	7,67	375,83
Unidades	Lámpara Compacta Philips PL-C/4P26W/840. Incluido mano de obra y materiales necesarios para la instalación	4	7,67	30,68
Unidades	Lámpara de Halogenuros Metálicos HPI-P400W-BU-P/743. Incluido mano de obra y materiales	17	85,67	1456,39



	necesarios para la instalación			
Unidades	Lámpara Fluorescente Philips TL-D18W/840 . Incluido mano de obra y materiales necesarios para la instalación	22	7,57	166,54
Unidades	Lámpara Fluorescente Philips TL-D58W/840 . Incluido mano de obra y materiales necesarios para la instalación	23	8,9	204,7
			Total	9934,72

5.6.2 Alumbrado de emergencia

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Luminaria de emergencia Daisalux Estanca 40 N12 con lampara fluorescente de 36 W. Incluido mano de obra y materiales necesarios para la instalación	6	129,02	774,12
Unidades	Luminaria de emergencia Daisalux Hydra N2 con lampara fluorescente de 8 W. Incluido mano de obra y materiales necesarios para la instalación	25	49,65	1241,25
Unidades	Luminaria de emergencia Daisalux Nova N2 con lampara fluorescente de 8 W. Incluido mano de obra y materiales necesarios para la instalación	1	52,4	52,4
Unidades	Luminaria de emergencia Daisalux Nova N1 con lampara fluorescente de 6 W. Incluido mano de obra y materiales necesarios para la instalación	3	40,56	121,68
			Total	2189,45

5.6.3 Resumen del capítulo 6

Total Capitulo 6	
Descripción	Presupuesto (€)
Alumbrado Interior	9934,72
Alumbrado de Emergencia	2189,45
Total	12124,17



5.7 CAPÍTULO 7: TOMAS DE CORRIENTE Y ELEMENTOS VARIOS

5.7.1 Tomas y elementos varios

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Toma de corriente industrial de la marca Schneider Electric 16 A en base empotrable y salida recta, 2P+T. Incluido mano de obra y materiales necesarios para la instalación	14	5,63	78,82
Unidades	Toma de corriente industrial de la marca Schneider Electric 16 A en base empotrable y salida recta, 4P+T. Incluido mano de obra y materiales necesarios para la instalación	7	6,9	48,3
Unidades	Toma de corriente de tipo domestico de la marca Schneider Electric 16 A en base empotrable, 2P+N. Incluido mano de obra y materiales necesarios para la instalación	17	14,16	240,72
Unidades	Interruptor simple de la marca Schneider Electric modelo MTNN3 + tecla IP44. Incluido mano de obra y materiales necesarios para la instalación	17	9,11	154,87
Unidades	Conmutador simple de la marca Schneider Electric modelo MTNN3 + tecla elegance. Incluido mano de obra y materiales necesarios para la instalación	12	6,62	79,44
Unidades	Selector no luminoso con maneta corta negra de la marca Schneider Electric para encendido de la luz del taller. Incluido mano de obra y materiales necesarios para la instalación	3	103,5	310,5
Unidades	Contactor de la marca Schneider Electric modelo iCT 2 NA de In=16 A 230..240 V, para maniobra de encendido y apagado de la iluminación del taller. Incluido mano de obra y materiales necesarios para la instalación	3	47,8	143,4
Unidades	Pulsadores de la marca Schneider Electric modelo Harmony XB7 2 NA para maniobra de encendido y	2	7,91	15,82



	apagado de la iluminación del taller. Incluido mano de obra y materiales necesarios para la instalación			
Unidades	Cofret de la marca Schneider Electric modelo Kaedra de una fila y 18 módulos, 280x448x160 mm. Incluido mano de obra y materiales necesarios para la instalación	1	75,15	75,15
			Total	1147,02

5.7.2 Resumen del capítulo 7

Total Capítulo 7	
Descripción	Presupuesto (€)
Tomas de Corriente y Elementos varios	1147,02
Total	1147,02



5.8 CAPÍTULO 8: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

5.8.1 Edificio prefabricado

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Preparación y acondicionamiento para instalación de edificio prefabricado	1	1055	1055
Unidades	Excavación para foso y colocación del centro de transformación	1	2907,3	2907,3
Unidades	Edificio de hormigón compacto Schneider Electric modelo EHC-24, de dimensiones exteriores 4830x2500 mm, incluyendo transporte y montaje	1	22075,2	22075,2
Unidades	Celda - SM6 24 Schneider Electric de remonte con seccionador. Se incluye en el precio transporte, montaje y conexión	1	2814	2814
Unidades	Celda - SM6 24 Schneider Electric de protección con interruptor automático. Se incluye en el precio transporte, montaje y conexión	1	5790	5790
Unidades	Celda - SM6 24 Schneider Electric de medida. Se incluye en el precio transporte, montaje y conexión	1	5714	5714
Unidades	Transformador Ormazabal 250 kVA, aislamiento 24 kV. Se incluye en el precio transporte, montaje y conexión	1	10717	10717
			Total	51072,5

5.8.2 Cuadros, protecciones y conducciones en baja tensión

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Cofret metálico de 48 módulos en 2 filas de la marca Schneider Electric, modelo Pragma 24, superficial. Sus dimensiones son 450x550x148 mm. Incluso cableado, conexionado y mano de obra	1	284,09	284,09
Unidades	Interruptor de General de corte omnipolar de 800 A de la marca Schneider Electric, modelo NSX 800N. 50 kA de poder de corte, 4 polos. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	6612,58	6612,58



Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 10 A de la marca Schneider Electric, modelo iC60L. 25 kA de poder de corte, 2 polos, curva C. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	2	137,35	274,7
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 20 A de la marca Schneider Electric, modelo iC60L. 25 kA de poder de corte, 2 polos, curva C. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	144,04	144,04
Unidades	Interruptor Diferencial de 25 A de la marca Schneider Electric, modelo iID. Sensibilidad 300 mA, 4 polos. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	236,05	236,05
Unidades	Relé diferencial Schneider de 160 A RH99, sensibilidad regulable de 0,1 a 30 A, instantaneo o temporizado de 0 a 4,5 s con toroidal SA de 80 mm de diámetro, 4P. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	523,83	523,83
Unidades	Relé diferencial Schneider de 630 A RH99, sensibilidad regulable de 0,1 a 30 A, instantaneo o temporizado de 0 a 4,5 s con toroidal SA de 200 mm de diámetro, 4P. Incluso mano de obra de colocación, conexionado y pequeños materiales utilizados	1	1314,82	1314,82
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 4x240 mm2 cobre. Incluso mano de obra	4	586,19	2344,76
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 4x70 mm2 cobre. Incluso mano de obra	4	174,28	697,12
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 1x35 mm2 cobre. Incluso mano de obra	4	17,97	71,88
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 2x2,5 mm2 cobre. Incluso mano de obra	7	3,91	27,37
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 1x1,5 mm2 cobre. Incluso mano de obra	10	1,45	14,5



Metros	Cable SZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 2x1,5 mm2 cobre. Incluso mano de obra	6	5,38	32,28
Metros	Cable Al HEPRZ1 12/20kV. Marca: Prysmian 1x95 mm2 aluminio. Incluso mano de obra	20	19,07	381,4
Metros	Tubo de PVC corrugado de la marca Auscan y modelo C, de 225 mm de diámetro. Incluido fijaciones, material complementario y mano de obra	5	18,12	90,6
Metros	Tubo de PVC corrugado de la marca Auscan y modelo C, de 20 mm de diámetro. Incluido fijaciones, material complementario y mano de obra	8	6,43	51,44
Metros	Tubo de PVC corrugado de la marca Auscan y modelo C, de 16 mm de diámetro. Incluido fijaciones, material complementario y mano de obra	12	6,4	76,8
			Total	13178,26

5.8.3 Puesta a tierra del centro de transformación

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Tierra de servicio según código 5/44 y conductor de cobre para su conexión. Totalmente instalada y conexionada	1	2693	2693
Unidades	Tierra de protección según código 50-30/5/46 y conductor aprovechando el mallazo del C.T. Totalmente instalada y conexionada	1	1602,53	1602,53
Metros	Cable Al HEPRZ1 12/20kV. Marca: Prysmian 1x95 mm2 aluminio	2	19,07	38,14
			Total	4333,67

5.8.4 Equipo de seguridad

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Banquillo aislante, pértiga de salvamento para tensiones inferiores a 30 kV, par de guantes protectores de 30 kV, armario de primeros auxilios de 500x120x30 mm, 2	1	415	415



	Extintores de de nieve carbónica CO2 de 5 kg			
			Total	415

5.8.5 Resumen del capítulo 8

Total Capítulo 8	
Descripción	Presupuesto (€)
Edificio Prefabricado	51072,5
Cuadros, Protecciones y Conductores en BT	13178,26
Puesta a Tierra del CT	4333,67
Equipo de Seguridad	415
Total	68999,43



5.9 CAPÍTULO 9: COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA

5.9.1 Compensación de la energía reactiva

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Batería de condensadores de la marca Schneider Electric modelo Varset 400 V de 35 kVAr (5+10+20) en armario C1 y con interruptor automático NS incluido, Mano de obra e instalación incluida	1	2225	2225
			Total	2225

5.9.2 Resumen del capítulo 9

Total Capitulo 9	
Descripción	Presupuesto (€)
Compensación de la Energía Reactiva	2225
Total	2225



5.10 CAPÍTULO 10: EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD

5.10.1 Equipo de seguridad y salud

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Casco de seguridad dieléctrico con pantalla para protección de descargas eléctricas	4	3,73	14,92
Unidades	Arnés de seguridad para trabajos de electricidad, fabricado con fibra de nylon de 45 mm y elementos metálicos de acero inoxidable. Certificado CE.	4	54,45	217,8
Unidades	Placa señalización- información en PVC serigrafiado de 50x30 cm, fijada mecánicamente, incluso colocación y desmontaje.	1	3,43	3,43
Unidades	Señal de seguridad triangular de L= 70 cm, normalizada, con trípode tubular	1	15,96	15,96
Unidades	Gafas protectoras contra impactos	4	3,14	12,56
Unidades	Gafas antipolvo antiempañables, panorámicas	4	0,81	3,24
Unidades	Cascos protectores auditivos. Certificado CE	4	3,12	12,48
Unidades	Juego de tapones antirruido de silicona ajustables. Certificado CE.	4	1,41	5,64
Unidades	Faja protección lumbar. Certificado CE.	4	2,8	11,2
Unidades	Par de rodilleras ajustables de protección ergonómica. Certificado CE.	4	2,63	10,52
Unidades	Cinturón portaherramientas.	2	5,89	11,78
Unidades	Mono de trabajo, de una pieza de poliéster- algodón. Certificado CE.	4	15,29	61,16
Unidades	Par guantes de uso general de lona y serraje. Certificado CE.	4	1,4	5,6
Unidades	Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación. Certificado CE.	4	14,99	59,96
Metros	Cinta balizamiento bicolor rojo-blanco de material plástico, incluso colocación y desmontaje.	24	0,62	14,88
Unidades	Lámpara portátil de mano, con cesto protector y mango aislante.	1	3,45	3,45



Unidades	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 Kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según norma UNE 23110. medida la unidad instalada.	2	22,84	45,68
			Total	510,26

5.10.2 Resumen del capítulo 10

Total Capítulo 10	
Descripción	Presupuesto (€)
Equipo de seguridad y salud	510,26
Total	510,26

**5.11 RESUMEN DE TODOS LOS CAPÍTULOS**

CAPÍTULO 1: DERIVACIÓN INDIVIDUAL	39230,32
CAPÍTULO 2: CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	10829,44
CAPÍTULO 3: CUADROS SECUNDARIOS DE PROTECCIÓN	14438,17
CAPÍTULO 4: CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES	22518
CAPÍTULO 5: PUESTA A TIERRA	1672,67
CAPÍTULO 6: ALUMBRADO	12124,17
CAPÍTULO 7: TOMAS DE CORRIENTE Y ELEMENTOS VARIOS	1147,02
CAPÍTULO 8: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	68999,43
CAPÍTULO 9: COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA	2225
CAPÍTULO 10: EQUIPO DE SEGURIDAD	510,26
TOTAL	173694,48

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	173694,48
--	------------------



El presupuesto de ejecución material asciende a la cifra de:

CIENTO SETENTA Y TRES MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y CUATRO CON CUARENTA Y OCHO EUROS

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	173694,48
Gastos Generales 16%	27791,12
Beneficio Industrial 6%	10421,67

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	211907,27
--	------------------

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a la cifra de:

DOSCIENTOS ONCE MIL NOVECIENTOS SIETE CON VEINTISIETE EUROS

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	211907,27
18% IVA de PEC	38143,31
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA CON IVA	250050,57

TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	250050,57
----------------------------------	------------------

El presupuesto general asciende a la cifra de:

DOSCIENTOS CINCUENTA MIL CINCUENTA CON CINCUENTA Y SIETE EUROS.



PAMPLONA, 17 DE FEBRERO DE 2012

ARITZ AZPARREN DIAZ



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL
EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN”

DOCUMENTO 6: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y
SALUD

Alumno: Aritz Azparren Díaz

Tutor: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 17 de Febrero de 2012



6. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD



ÍNDICE

6.1 DATOS GENERALES DE LA OBRA	3
6.1.1 Situación.....	3
6.1.2 Técnico redactor del estudio	3
6.2 OBJETO	4
6.3 REAL DECRETO 1627/1997	5
6.4 DATOS DE LA OBRA	6
6.4.1 Situación.....	6
6.4.2 Características del local.....	6
6.4.3 Descripción de la obra.....	6
6.4.3.1 Peligrosidad de las tecnologías	6
6.4.3.2 Manejo y empleo de materiales.....	6
6.4.3.3 Equipos previstos	7
6.4.3.4 Datos más relevantes.....	7
6.5 FASES DE LA OBRA	8
6.5.1 Actuaciones previas	8
6.5.2 Trabajos estructurales.....	8
6.5.3 Montaje de instalaciones y acabados	8
6.6 RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE	9
6.7 RIESGOS LABORALES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE	10
6.8 PRIMEROS AUXILIOS	14
6.9 NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LA OBRA GENERAL.....	15



6.1 DATOS GENERALES DE LA OBRA

6.1.1 Situación

Está ubicado en el Polígono industrial Areta de Huarte (Navarra), en las parcelas 1312,1313

6.1.2 Técnico redactor del estudio

El técnico redactor del estudio es Aritz Azparren Díaz



6.2 OBJETO

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1197 del 24 de Octubre por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los diferentes riesgos laborales que puedan ser evitados, proponiendo las posibles medidas técnicas para ello; definiendo la relación de los riesgos que no pueden eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a disminuir dichos riesgos.

Este estudio de seguridad establece, durante la ejecución de los trabajos de la unidad de obra citada, las previsiones respecto a la prevención de riesgos y accidentes profesionales.

Así mismo, este estudio de Seguridad y Salud pretende:

- Dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de Noviembre de prevención de riesgos laborales en lo referente a la obligación de un empresario titular de un Centro de Trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.
- Recordar a las diferentes partes, promotor, contratista, etc., de sus obligaciones en materia de seguridad, comunicar a los diferentes organismos la existencia de esta obra, obtener las licencias necesarias, etc.

Basándose en este Estudio Básico de Seguridad, se elaborará un Plan de Seguridad y Salud, en el que tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.



6.3 REAL DECRETO 1627/1997

El Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción expresa lo siguiente en el artículo 4:

1. *El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:*
 - a) *Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450.759,08 €).*
 - b) *Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.*
 - c) *Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.*
 - d) *Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.*
2. *En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.*



6.4 DATOS DE LA OBRA

6.4.1 Situación

El lugar en la que se va a realizar el proyecto está en el polígono de Areta, en la localidad de Huarte, en Navarra, en las parcelas 1312 y 1313 de dicho polígono. El área total de la parcela es de 3358 m².

DATOS DEL EMPLAZAMIENTO	
Accesos a la obra	Los propios del local
Edificaciones colindantes	Una nave industrial
Suministro de energía eléctrica	Enterrada desde arqueta
Suministro de agua	Acometida del polígono industrial
Sistema de saneamiento	El de la nave
Servidumbres y condicionantes	Saneamientos

6.4.2 Características del local

La nave tiene una superficie total de 841.73 m² distribuida la mayor parte en planta baja y con dos pisos superiores.

6.4.3 Descripción de la obra

Se pretende dotar a la nave de la instalación eléctrica necesaria para llevar a cabo su trabajo de taller de mecanizado de piezas metálicas.

6.4.3.1 Peligrosidad de las tecnologías

Esta obra, además de las peligrosidades propias de las técnicas habituales de la construcción por sistema tradicional presenta peligrosidades especiales que están incluidas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97:

- Graves caídas de altura, sepultamientos y hundimientos.
- En proximidad de líneas eléctricas de alta tensión, se debe señalizar y respetar la distancia de seguridad (5m) y llevar el calzado de seguridad.
- Montaje y desmontaje de elementos prefabricados pesados, como es el caso de las paredes de la nave.

6.4.3.2 Manejo y empleo de materiales



Los usuales en este tipo de obras: áridos, cemento, acero, materiales cerámicos, yeso, terrazo, azulejo,... No necesitarán atenciones ni técnicas especiales.

6.4.3.3 Equipos previstos

Se prevé la utilización de los equipos clásicos: hormigonera, sierras de disco, herramientas manuales (taladro, radial,...), puntales metálicos de altura regulable, andamios metálicos, tablones, carretillas, calderetas,...

MEDIOS	CARACTERÍSTICAS
Andamios metálicos tubulares apoyados	Deberán montarse bajo la supervisión de una persona competente. Se apoyarán sobre base sólida y preparada adecuadamente. Las cruces de San Andrés se colocan por ambos lados. Correcta disposición de los accesos a los distintos niveles de trabajo. Uso de cinturón de seguridad de sujeción.
Escaleras de mano	Zapatas antideslizantes. Deben sobrepasar 1 metro el punto de trabajo.
Instalación eléctrica	Cuadro general en caja estanca de doble aislamiento y a una altura mayor de 1 metro. Int. Diferencial de 0,3 A para líneas de fuerza. Int. Diferencial de 0,03 A para líneas de alumbrado a tensión mayor de 24 V. Int. Magnetotérmico general omnipolar accesible desde el exterior. Int. Magnetotérmicos en líneas de máquinas, tomas de corriente y alumbrado. La puesta a tierra se utilizará la del edificio.

6.4.3.4 Datos más relevantes

El precio de ejecución material de la obra asciende a la cantidad de 173694,48€. Para llevar a cabo el proyecto harán falta 4 empleados durante un periodo cercano a las 5 semanas.



6.5 FASES DE LA OBRA

6.5.1 Actuaciones previas

Comprende esta fase las labores previas a la ejecución de la obra.

6.5.2 Trabajos estructurales

Comprende esta fase los derribos y levantes necesarios para permitir los trabajos que llevarán a conseguir la correcta instalación eléctrica definida en este proyecto. Tendrán lugar tanto en la superficie exterior como en la interior, definidas anteriormente.

6.5.3 Montaje de instalaciones y acabados

Se encuentra en esta fase, que se solapa en parte con la anterior, el montaje de las instalaciones de fontanería, electricidad, prevención de incendios,... así como la última etapa de acabados que comprende en general aquellos trabajos de terminación tales como montaje de puertas, vidrios, pintura,... En este apartado nos referimos a la instalación de electricidad, objeto de este proyecto.



6.6 RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE

La tabla siguiente contiene la relación de los riesgos laborales que pudiendo presentarse en la obra, van a ser totalmente evitados mediante la adopción de las medidas técnicas que también se incluyen:

RIESGOS EVITABLES	MEDIDAS TÉCNICAS ADOPTADAS
Derivados de la rotura de instalaciones existentes.	Neutralización de dichas instalaciones.
Presencia de líneas eléctricas de alta tensión aéreas o subterráneas.	Corte del suministro, puesta a tierra y cortocircuito de los cables.
Derivados de la colocación de andamios para la realización de estructura de la nave.	Se realizarán las paredes con bloques de hormigón.



6.7 RIESGOS LABORALES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente evitados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera tabla se refiere a aspectos generales que afectan a toda la obra, y las restantes a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta pueda dividirse.

<u>TODA LA OBRA</u>		
RIESGOS		
	Caídas de operarios al mismo nivel.	
	Caídas de operarios a distinto nivel.	
	Caídas de objetos sobre operarios.	
	Caídas de objetos sobre terceros.	
	Choques o golpes contra objetos.	
	Fuertes vientos.	
	Trabajos en condiciones de humedad.	
	Contactos eléctricos directos e indirectos.	
	Cuerpos extraños en los ojos.	
	Sobreesfuerzos.	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS		GRADO ADOPCIÓN
	Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra.	Permanente
	Orden y limpieza de los lugares de trabajo.	Permanente
	Recubrimiento, o distancia de seguridad (1 m) a líneas eléctricas de B.T.	Permanente
	Iluminación adecuada y suficiente.	Permanente
	No permanecer en el radio de acción de las máquinas.	Permanente
	Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento.	Permanente
	Señalización de la obra (señales y carteles).	Permanente
	Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia.	Alternativa al vallado
	Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de más altura de 2 m.	Permanente
	Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o colindantes.	Permanente
	Extintor de polvo seco, de eficacia 21 A-113 B	Permanente
	Evacuación de escombros.	Frecuente
	Escaleras auxiliares.	Ocasional
	Información específica.	Para riesgos concretos



Cursos y charlas de formación.	Frecuente
Grúa parada y en posición veleta	Con viento fuerte
Grúa parada y en posición veleta	Final de cada jornada
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Cascos de seguridad	Permanente
Calzado protector	Permanente
Ropa de trabajo	Permanente
Ropa impermeable o de protección	Con mal tiempo
Gafas de seguridad	Frecuente
Cinturones de protección del tronco	Ocasional
<u>FASE: ALBAÑILERÍA Y CERRAMIENTOS</u>	
RIESGOS	
Caídas de operarios al vacío.	
Caídas de materiales transportados, a nivel y a niveles inferiores.	
Atrapamientos y aplastamientos en manos durante el montaje de andamios.	
Atrapamientos por los medios de elevación y transporte.	
Lesiones y cortes en mano.	
Lesiones, pinchazos y cortes en pies.	
Dermatitis por contacto con hormigones, morteros y otros materiales.	
Incendios por almacenamiento de productos combustibles.	
Golpes o cortes con herramientas.	
Electrocuciones.	
Proyecciones de partículas al cortar materiales.	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO ADOPCIÓN
Apuntalamientos y apeos.	Permanente
Pasos o pasarelas.	Permanente
Redes verticales.	Permanente
Redes horizontales.	Frecuente
Plataforma de carga y descarga de material.	Permanente
Barandillas rígidas a 0,9 m con listón intermedio y rodapié.	Permanente
Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales.	Permanente
Escaleras peldañeadas y protegidas.	Permanente
Evitar trabajos superpuestos.	Permanente
Bajante de escombros adecuadamente sujetas.	Permanente
Protección de huecos de entrada de material en plantas.	Permanente



EQUIPOS PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Gafas de seguridad.	Frecuente
Guantes de cuero o goma.	Frecuente
Botas de seguridad.	Permanente
Cinturones y arneses de seguridad.	Frecuente
Mástiles y cables fiadores.	Frecuente
<u>FASE: ACABADOS</u>	
RIESGOS	
Caídas de operarios al vacío.	
Caídas de materiales transportados.	
Ambiente pulvígeno.	
Lesiones, pinchazos y cortes en pies.	
Dermatitis por contacto con materiales.	
Incendio por almacenamiento de productos combustibles.	
Inhalación por almacenamiento de productos combustibles.	
Quemaduras.	
Electrocución.	
Atrapamientos con o entre objetos o herramientas.	
Deflagraciones, explosiones e incendios.	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO ADOPCIÓN
Ventilación adecuada y suficiente (natural o forzada).	Permanente
Andamios.	Permanente
Plataformas de carga y descarga de material.	Permanente
Barandillas.	Permanente
Escaleras peldañeadas y protegidas.	Permanente
Evitar focos de inflamación.	Permanente
Equipos autónomos de ventilación.	Permanente
Almacenamiento correcto de los productos.	Permanente
EQUIPOS PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Gafas de seguridad.	Ocasional
Guantes de cuero o goma.	Frecuente
Botas de seguridad.	Frecuente
Cinturones y arneses de seguridad.	Ocasional
Mástiles y cables fiadores.	Ocasional
Mascarilla filtrante.	Ocasional
Equipos autónomos de respiración.	Ocasional



<u>FASE: INSTALACIONES</u>		
RIESGOS		
	Lesiones y cortes en manos y brazos.	
	Dermatosis por contacto con materiales.	
	Inhalación de sustancias tóxicas.	
	Quemaduras.	
	Golpes y aplastamiento de pies.	
	Incendio por almacenamiento de productos combustibles.	
	Electrocuciones.	
	Contactos eléctricos directos e indirectos.	
	Ambiente pulvígeno.	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS		GRADO ADOPCIÓN
	Ventilación adecuada y suficiente (natural o forzada).	Permanente
	Escalera portátil de tijera con calzos de goma y tirantes.	Permanente
	Protección del hueco del ascensor.	Permanente
	Plataforma provisional para ascensoristas.	Permanente
	Realizar las conexiones eléctricas sin tensión.	Permanente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)		EMPLEO
	Gafas de seguridad.	Permanente
	Guantes de cuero o goma.	Ocasional
	Guantes aislantes.	Ocasional
	Botas de seguridad.	Ocasional
	Cinturones y arneses de seguridad.	Ocasional
	Mástiles y cables fiadores.	Ocasional
	Mascarilla filtrante.	Ocasional



6.8 PRIMEROS AUXILIOS

De acuerdo con el apartado A 3 Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica en la tabla siguiente, en la que se incluye además la identificación y las distancias a los centros de asistencia sanitaria más cercanos:

PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA		
NIVEL DE ASISTENCIA	NOMBRE Y UBICACIÓN	DISTANCIA APROX. (Km)
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra
Asistencia Primaria - Urgencias	Clínica San Miguel	3,4
Asist. Especializada - Hospital	Clínica San Miguel	3,4



6.9 NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LA OBRA GENERAL

Ley de prevención de Riesgos Laborales.	Ley 31/95	08/11/1995	J.Estado	10/11/1995
Reglamento de los Servicios de Prevención.	RD 39/97	17/01/1997	M.Trab.	31/01/1997
Disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.	RD 1627/97	24/10/1997	Varios	25/10/1997
Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud.	RD 485/97	14/04/1997	M.Trab.	23/04/1997
Modelo de libro de incidencias.	Orden	20/09/1986	M.Trab.	13/10/1986
Corrección de errores.				31/10/1986
Modelo de notificación de accidentes de trabajo.	Orden	16/12/1987		29/12/1987
Reglamento Seguridad e Higiene en el Trabajo de la Construcción.	Orden	20/05/1952	M.Trab.	15/06/1952
Modificación.	Orden	19/12/1953	M.Trab.	22/12/1953
Complementario.	Orden	02/09/1966	M.Trab.	01/10/1966
Cuadro de enfermedades profesionales.	RRD 1995/78			25/08/1978
Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo.	Orden	09/03/1971	M.Trab.	16/03/1971
Corrección de errores.				06/04/1971
Ordenanza trabajo industrias construcción, vidrio y cerámica.	Orden	28/08/1979	M.Trab.	
Anterior no derogada.	Orden	28/08/1970	M.Trab.	05/09/1970
Corrección de errores.				17/10/1970
Modificación (no derogada), Orden 28-08-70.	Orden	27/07/1973	M.Trab.	
Interpretación de varios artículos.	Orden	21/11/1970	M.Trab.	28/11/1970
Interpretación de varios artículos.	Resolución	24/11/1970	DGT	05/12/1970
Señalización y otras medidas en obras fijas en vías fuera de poblaciones.	Orden	31/08/1987	M.Trab.	
Protección de riesgos derivados de exposición a ruidos.	RD 1316/89	27/10/1989	M.Trab.	02/11/1989
Disposiciones mín. seg. Y salud sobre manipulación manual de cargas.	RD 487/97	23/04/1997	M.Trab.	23/04/1997
Reglamentos sobre trabajos con riesgo de amianto.	Orden	31/10/1984	M.Trab.	07/11/1984
Corrección de errores.				22/11/1984
Normas complementarias.	Orden	07/01/1987	M.Trab.	15/01/1987
Modelo libro de registro.	Orden	22/12/1987	M.Trab.	29/12/1987
Estatuto de los trabajadores.	Ley 8/80	01/03/1980	M.Trab.	
Regulación de la jornada laboral.	RD 2001/83	28/07/1983		03/08/1983
Formación de comités de seguridad.	D. 423/71	11/03/1971	M.Trab.	16/03/1971



EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)

Condiciones comerc. Y libre circulación de EPI.	RD 1407/92	20/11/1992	MRCor.	28/12/1992
Modificación: Marcado "CE" de conformidad y año de colocación.	RD 159/95	03/02/1995		08/03/1995
Modificación RD 159/95.	Orden	20/03/1997		06/03/1997
Disp. Mínimas de seg. Y salud de equipos de protección individual.	TD 773/97	30/05/1997	M. Presid.	12/06/1997
EPI contra caída de altura. Disp. De descenso.	UNEEN34 1	22/05/1997	AENOR	23/06/1997
Requisitos y método de ensayo: calzado seguridad/protección/trabajo.	UNEEN34 4/A1	20/10/1997	AENOR	07/11/1997
Especificaciones calzado seguridad uso profesional.	UNEEN34 5/A1	20/10/1997	AENOR	08/11/1997
Especificaciones calzado protección uso profesional.	UNEEN34 6/A1	21/10/1997	AENOR	09/11/1997
Especificaciones calzado trabajo uso profesional.	UNEEN34 7/A1	22/10/1997	AENOR	10/11/1997

INSTALACIONES Y EQUIPOS DE OBRA.

Disp. Mínimas de seg. Y salud para utilización de los equipos de trabajo.	RD 1215/97	18/07/1997	M. Trab.	18/07/1997
MIE-BT-028 del REBT	Orden	31/10/1973	MI	27/12/1973
ITC MIE-AEM 3 Carretillas automotoras de manutención.	Orden	26/05/1989	MIE	09/06/1989
Reglamento de aparatos elevadores para obras.	Orden	23/05/1977	MI	14/06/1977
Corrección de errores.				18/07/1977
Modificación.	Orden	07/03/1981	MIE	14/03/1981
Modificación.	Orden	16/11/1981	P. Gob.	21/07/1986
Reglamento Seguridad en las Máquinas.	RD 1495/86	23/05/1986	P. Gob.	21/07/1986
Corrección de errores.				04/10/1986
Modificación.	RD 590/89	19/05/1989	M.R.Cor.	19/05/1989
Modificaciones en la ITC MSG-SM-1.	Orden	08/04/1991	M.R.Cor.	11/04/1991
Modificación. (Adaptación a directivas de la CEE).	RD 830/91	24/05/1991	M.R.Cor.	31/05/1991
Regulación potencia acústica de maquinarias	RD 245/89	27/02/1989	MIE	11/03/1989
Ampliación y nuevas especificaciones	RD 71/92	31/01/1992	MIE	06/02/1992
Requisitos de seguridad y salud en máquinas	RD 1435/92	27/11/1992	M.R.Cor.	07/07/1988
ITC MIE-AEM 2 Grúas. Torres desmontables para obra.	Orden	28/06/1988	MIE	07/07/1988
Corrección de errores, Orden 28-06-88				05/10/1988



ITC MIE-AEM 4 Grúas, móviles autopropulsadas usadas	RD 2370/96	18/11/1996	MIE	24/12/1996
--	---------------	------------	-----	------------

PAMPLONA, 17 DE FEBRERO DE 2012

ARITZ AZPARREN DÍAZ